

THESE

présentée à la

FACULTÉ DES SCIENCES

pour l'obtention

du titre de DOCTEUR-INGÉNIEUR

par

Paul FORLOT

**Contribution à l'Etude
de COLLETOTRICHUM COCCODES (Wallr.) Hugues**

PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ :

**Etude de la variabilité chez les plantes cultivées,
son utilisation et sa conservation.**

Soutenue le Octobre 1965 devant la Commission d'Examen

Membres du Jury :

Messieurs les Professeurs : F. MANGENOT, *Président*

J. GARNIER }
M. VUILLAUME } *Examineurs*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555810_0020

UDART & CLMENT

RELIEURS

11, RUE SAINTE-ANNE, 11

TLEPH. 52.80.09 - NANCY

THESE

présentée à la

FACULTÉ DES SCIENCES

pour l'obtention

du titre de DOCTEUR-INGÉNIEUR

par

Paul FORLOT

**Contribution à l'Etude
de COLLETOTRICHUM COCCODES (Wallr.) Hugues**

PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ :

**Etude de la variabilité chez les plantes cultivées,
son utilisation et sa conservation.**

Soutenue le Octobre 1965 devant la Commission d'Examen

Membres du Jury :

Messieurs les Professeurs : F. MANGENOT, Président

J. GARNIER }
M. VUILLAUME } *Examineurs*

UNIVERSITE DE NANCY - FACULTE DES SCIENCES

Doyen : M. AUBRY

Assesseur : M. GAY

Doyens honoraires :

MM. CORNUBERT - DELSARTE - URION - ROUBAULT.

Professeurs et maitres de Conférence

URION	Chimie-Biologie
CHAPON.....	" "
GAY.....	" "
AUBRY.....	Chimie-Minérale
GIBERT.....	Chimie-Physique
NICLAUSE.....	"
DUVAL.....	"
LE GOFF.....	Génie-Chimique
HEROLD.....	Chimie Industrielle
MALAPRADE.....	Chimie
BASTICK.....	"
NEEL.....	Chimie Ind. Organ.
REGNIER.....	Physico- chimie
LEVISALLES.....	Chimie Organique
BALESDENT.....	Thermo-Chim. Applic.
Mme BASTICK.....	Chimie M. P. C.
BIZETTE.....	Physique
SUHNER.....	Physique expérimentale
HANNI.....	Physique
HORN.....	Physique

FLECHON.....	Physique M.P.C.
MAINARD.....	Physique M.G.P.
SCHWARTZ.....	Exploit. Minière
FAIVRE.....	Physique Appliquée
WEPPE.....	Minéralogie Appliq.
DEVIOT.....	Physique du Solide
CHAMPIER.....	Physique
VIGNES.....	Physique
JANOT.....	Physique M.P.C.
ROUBAULT.....	Géologie
BERNARD.....	Géologie Appliquée
HILLY.....	Géologie
COPPENS.....	RADIOgéologie
DUCHAUFOUR.....	Pédologie
ROCCI.....	Géologie
AUROUZE.....	Géologie
BLAZY.....	Géologie
EYMARD.....	Math. I
Mme HERVE.....	Math. II
Melle HUET.....	Mécanique Génér.
LEGRAS.....	Inst. Calcul Autom.
GUILLIEN.....	Electronique
FRUHLING.....	Physique
GOSSE.....	Mécan. Physique
GUDEFIN.....	Physique

FELDEN.....	Phys. Théo. Nucl.
VEILLET.....	Biologie Animale
FRENTZ.....	"
STEPHAN.....	Zoologie
CONDE.....	"
GARNIER.....	Agronomie
MANGENOT.....	Phytopathologie
WERNER.....	Botanique
BOLFA.....	Minéralogie
KERN.....	Minéralogie
GAYET.....	Physiologie
VUILLAUME.....	Psychophysiologie
BONVALET.....	Mécanique Physique
LAFON.....	Physique
MART.....	Chimie.

Secrétaire Principal : M. CARON

Au seuil de cet exposé, l'expression de notre profonde gratitude va à Monsieur le Professeur F. MANGENOT, qui a bien voulu nous accorder le privilège de travailler sous sa direction, examiner notre travail, et accepter de présider le jury de cette thèse.

Au cours de ces deux années de recherches, nous avons constamment trouvé auprès de lui une bienveillante attention, les conseils précieux que permet une longue expérience guidée par un esprit critique rigoureux, et un sens profond des relations humaines.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Monsieur le Professeur J. GARNIER, qui nous a fait l'honneur de faire partie de ce jury de thèse et de nous en proposer le second sujet.

Nous sommes très reconnaissant à Monsieur le Professeur M. VUILLAUME de nous témoigner son amabilité et son intérêt en acceptant d'être examinateur du jury.

Nous prions Monsieur J. PAYEN, Chef des Travaux Pratiques de Phytopathologie à l' E. N. S. A. , d'accepter nos très sincères remerciements pour nous avoir exprimé son amitié en guidant nos premiers pas dans son laboratoire, et s'être intéressé à notre travail en nous prodiguant de nombreux et utiles conseils.

Que Monsieur J. ARRANGER, Inspecteur de la Protection des Végétaux, trouve ici l'expression de notre reconnaissance pour nous avoir facilité les indispensables contacts avec les maraîchers et cultivateurs.

Sans l'amabilité et le dévouement de Monsieur De La VARENNE, Directeur de la Bibliothèque du Service de Phytopathologie du Centre National de la Recherche Agronomique (Versailles), la partie bibliographique de notre travail n'aurait pu être complètement réalisée. Qu'il en soit sincèrement remercié.

Enfin, nous tenons à remercier Monsieur WALCK Directeur du Jardin Botanique de Nancy, ainsi que notre camarade F. TIERCELIN, pour leur aide précieuse, et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette thèse.

CONTRIBUTION A L'ETUDE

DE COLLETOTRICHUM COCCODES (Wallr.) Hugues

PREMIERE PARTIE

RECHERCHES ANTERIEURES

INTRODUCTION

A - LA MALADIE

I - Symptomatology

- 1) - Pomme de terre Solanum tuberosum (L.)
- 2) - Tomate Solanum lycopersicum (L.)
- 3) - Chanvre Cannabis sativa (L.)

II - Ecology

III - Importance économique de la maladie

B - LI'AGENT RESPONSABLE : Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes
Colletotrichum atramentarium (B.et Br.) Taub.

I - Taxonomy and systematics

II - Spectrum of hosts and geographical distribution

III - Morphology

- 1) Mycelium
- 2) Acervules and sclerotes
- 3) Conidia
- 4) Germination of conidia

IV - Physiology

- I) Growth and nutrition
 - a) sources of carbon
 - b) sources of nitrogen
 - c) influence of temperature
 - d) influence of pH
 - e) influence of humidity

- 2) - Sporulation et germination des conidies
- 3) - Propriétés enzymatiques
- 4) - Production de toxines

V - Biologie

- 1) - Réservoirs d'infection naturelle
- 2) - L'infection - Parasitisme et pathogénicité

C - MOYENS DE LUTTE

- 1) - Sélection
 - 2) - Mesures culturales
 - 3) - Traitements chimiques
-

DEUXIEME PARTIE -

RECHERCHES PERSONNELLES

Chapitre I -

MISE EN EVIDENCE DE RACES DE COLLETOTRICHUM

COCCODES (Wallr.) Hughes -

A - ISOLEMENT DES SOUCHES -

1) Méthodes d'isolement

- a) Racines
- b) Tiges
- c) Fruits
- d) Sol

2) Milieux de culture utilisés

3) Résultats

- a) Identité des champignons isolés
- b) Données quantitatives concernant les tubercules de Pomme de terre
- c) Données quantitatives concernant les tiges et racines de Pomme de terre.
- d) Données qualitatives concernant la Tomate
- e) Données qualitatives concernant le Sol.

B - MORPHOLOGIE DES SOUCHES -

1) Souches isolées

2) Mise en évidence de types morphologiques.

3) Etude biométrique

a) Spores

b) Acervules et sclérotés.

C - PHYSIOLOGIE DES SOUCHES -

1) Etude de la croissance sur différents milieux

a) Méthode d'étude

b) Résultats

2) Germination des conidies et formation des appressoria

a) Méthode d'étude

b) Résultats

D - PATHOGENICITE ET VIRULENCE DES SOUCHES -

1) Essais d'infection

1 - Pomme de terre

a) Tubercules

1) Mode expérimental

2) Résultats

b) Plantes au champ

1) Matériel et Méthodes

2) Résultats

2 - Tomate

a) Fruits

1) Matériel et Méthodes

2) Résultats

b) Infections sur plantules

1) Mode expérimental

2) Résultats

II) Relation entre virulence et vitesse de germination

1) Méthodes d'étude

2) Résultats.

Chapitre II -

ETUDE DE LA SENSIBILITE DES PLANTULES DE DIFFERENTES VARIETES DE TOMATE A L'ATTAQUE de COLLETOTRICHUM COCCODES -

A - VARIETES SENSIBLES ET VARIETES RESISTANTES -

I - Matériel utilisé

II - Méthodes d'étude.

1) Infections au laboratoire sur plantes

2) Infections au laboratoire sur plantules.

B - ETUDE DE L'INFLUENCE DES EXTRAITS D'ORGANES DE DIFFERENTES VARIETES SUR LA GERMINATION DES CONIDIES ET LA FORMATION DES APPRESSORIA DE COLLETOTRICHUM COCCODES -

I - Mode Expérimental -

1) Extraits à l'eau chloroformée

2) Extraits par broyage

II - Résultats -

1) Extraits de feuilles

2) Extraits de tiges

3) Extraits de racines.

Chapitre III -

FORMATION DES APPRESSORIA -

A - INFLUENCE DE FACTEURS PHYSIOLOGIQUES -

B - DUREE DES APPRESSORIA -

Chapitre IV -

REMARQUES SUR LA CONSERVATION DU CHAMPIGNON -

A - TRANSMISSION PAR LES SEMENCES -

I - Mode expérimental -

II - Résultats -

B - HIVERNATION SUR DES DEBRIS VEGETAUX DANS LE SOL -

I - Mode expérimental -

II - Résultats -

- CONCLUSIONS GENERALES ET DISCUSSION DES RESULTATS -

- BIBLIOGRAPHIE -

INTRODUCTION

Parmi les nombreuses affections cryptogamiques qui ont été signalées sur Solanum tuberosum , certaines ont fait l'objet de nombreux travaux et les connaissances à leur sujet sont très complètes ; d'autres, par contre, ont été négligées, soit parce que leur gravité est considérée à tort ou à raison comme réduite, soit parce qu'elles passent inaperçues, leurs symptômes se confondant avec ceux d'autres maladies.

La maladie qui a fait l'objet de nos recherches est connue depuis longtemps sur Solanum tuberosum L. et Solanum lycopersicum L. sous des noms très divers, plus ou moins en rapport avec les symptômes observés : " Dartrose" (DUCOMET, 1908), " Black Dot " (DICKSON, 1926), "Sangkrankheit" (GLÖCKNER, 1940), " Puntatura nera " (FERRARIS, 1941), " Colletotrichum - Welkekrankheit" (WENZL, 1950), " Gummiknollenwelke" (RADEMACHER, 1954), "Anthracnose" (ILLMAN, 1960).

Il semble qu'en France, la maladie ait été signalée pour la première fois par DUCOMET en 1908, sur Pomme de Terre; l'agent responsable fut nommé par ce dernier Vermicularia varians Duc. - CREPIN (1923), puis

FOEX (1922, 1933) en faisaient mention à nouveau, en particulier dans la région du Forez, (Cf. aussi CAVADAS, 1923; PERRET, 1923).

Depuis, la "dartrose" paraît avoir disparu de France, puisqu'elle n'a plus été signalée, tandis que les pays étrangers, surtout anglo-saxons, lui portaient un intérêt certain.

Cette raison, et également la présence constante de Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes sur tiges de pommes de terre en France, nous ont conduit à entreprendre une étude de la maladie et de l'agent responsable, dans les conditions particulières de la Lorraine et des Vosges.

Quelques auteurs ont observé, d'autre part, des différences sensibles dans les caractères morphologiques, physiologiques et même dans le pouvoir pathogène de différentes souches de Colletotrichum coccodes isolées par eux (DEFAGO et GASSER, 1943 ; IBRAHIMOV, 1951; SCHMIEDEKNECHT, 1956 ; HOFFMANN, 1959; LOPRIENO, 1962). Nos premières observations étant en accord avec les études de ces auteurs, nous avons essayé d'apporter quelques indications nouvelles concernant l'existence éventuelle de races de C. coccodes.

1ère Partie

A - LA MALADIE

1 - Symptomatologie

Les principales plantes sur lesquelles se manifeste la maladie sont la Pomme de Terre (Solanum tuberosum L.) , la Tomate (Solanum lycopersicum L.) , le Chanvre (Cannabis sativa L.) , et nous les envisagerons successivement.

1° - SOLANUM TUBEROSUM L.

Nous avons pu vérifier, tant dans nos infections artificielles en champ que dans nos investigations au laboratoire, les descriptions de symptômes données par DICKSON (1926), WENZL (1950) et AMANN (1961).

a) Parties aériennes -

La première manifestation visible de la maladie est un retard de croissance végétative des plantes atteintes. Irrégulièrement répartis dans le champ, mais plus spécialement en bordure, les rameaux , les tiges, puis les plantes entières perdent progressivement leur coloration normale. Dans les stades initiaux, les jeunes feuilles jaunissent et la

bordure du limbe se recourbe intérieurement vers le bas. Les plages atteintes apparaissent à la surface du champ en taches plus claires, en une sorte de mosaïque. Les plantes malades s'affaissent après une exposition prolongée à un soleil intense, puis les feuilles se dessèchent au sommet. Plus tard, les feuilles inférieures présentent des taches chlorotiques, le plus souvent marginales, et parfois médianes. Elles jaunissent ensuite complètement et le sommet du limbe se fane et se recroqueville. A ce stade, les plantes ont perdu leur turgescence (AMANN, 1961).

L'évolution ultérieure est sous la dépendance des conditions locales de situation et de climat. Tandis que sur terrain peu accidenté, le processus évolue très rapidement vers un dessèchement total, il est plus lent sur terrain accidenté, si bien que, durant les nuits où la rosée est importante ou la température relativement fraîche, les plantes peuvent récupérer quelque peu, sans qu'une guérison soit toutefois possible à ce stade. On peut, dans ces conditions, obtenir une récolte pratiquement normale (AMANN, 1961).

Au cours d'étés chauds et secs, l'évolution est très rapide et les dégâts plus graves. Nous n'avons observé un stade aussi avancé que dans quelques champs localisés (Xaffervillers, Bayon) durant l'été 1964, et dans nos infections artificielles au champ. Le sommet jauni des feuilles devient brun-rouge à brun-violet, puis les feuilles tombent. On remarque une prolifération de pousses à partir de la base des tiges, et ces pousses semblent rester vertes plus longtemps tout

en prenant une consistance coriace. GLÖCKNER (1940) et AMANN (1961) ont également observé l'apparition de petits tubercules aériens en grappes, ce que nous n'avons pas constaté. En septembre, les pieds atteints ont perdu toutes leurs feuilles, et les tiges flétries sont marquées de rides profondes (" Riefung "). Ce symptôme est considéré comme très caractéristique de la maladie. En même temps, ces tiges prennent une coloration violet-rose à améthyste qui rappelle la couleur que prennent les colonies de Colletotrichumcoccodes (Wallr.) Hughes sur certains milieux de culture gélosés.

Est également considérée comme typique une " destruction du pied " (Fussvermorschung); le tissu de la base des tiges devient cassant, pourrit et se détruit (VOSS, 1954). Lorsque l'on arrache les plantes à la main, la tige se casse à ce niveau.

WENZL (1952 et 1953) a décrit une forme plus sournoise de la maladie qu'il a nommée "Blattdürre", c'est-à-dire, "dessèchement des feuilles". Dans ce cas, le premier symptôme visible est un dessèchement progressif des feuilles à partir de la marge. Tandis que l'évolution normale se traduit par un dépérissement rapide des racines, les plantes présentant la "Blattdürre" meurent très lentement.

b) Parties souterraines -

Les organes souterrains subissent une attaque antérieure à la "Fussvermorschung". Les dégâts s'observent

initialement sur les racines les plus profondes qui sont grises, puis brunes, enfin ils s'étendent vers la base de la tige. Les stolons connaissent le même processus, mais plus tard que les racines de même niveau. Dans les deux cas, l'écorce se détache très facilement du cylindre central.

Les tubercules présentent également des symptômes particuliers. Le plus souvent, seule une partie du tubercule est atteinte. Les tissus perdent leur turgescence normale, deviennent mous, et prennent une consistance élastique, due à un déséquilibre en eau consécutif à l'attaque des stolons et des racines. Extérieurement, les tubercules se "ratatinent" et ont l'épiderme crevassé et ridé. Alors que les tubercules sains se détachent facilement des stolons, les tubercules malades restent accrochés solidement et il est difficile de les en séparer.

Sur toutes les parties souterraines, on note la présence d'acervules de Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes - (Black dot disease) (DICKSON, 1926).

A cela s'ajoute le fait que certains tubercules ne présentant pas de symptômes apparents, peuvent, à la conservation à basse température, montrer des nécroses (BRAUN, 1954; MOOI, 1959). Les tubercules atteints germent également mal et sont sujets à la filiosité (STEINECK, 1955), ou ne germent pas du tout. Dans tous les cas, ils ne sont pas utilisables pour la consommation.

2° - SOLANUM LYCOPERSICUM L -

Une infection sur Tomate par Colletotrichum coccodes a été signalée pour la première fois par BEWLEY en 1916. Il s'agissait d'une attaque localisée au niveau des racines et qui évoluait ultérieurement jusqu'à produire des symptômes d'anthracnose sur fruits.

Les nombreuses études effectuées par la suite ont surtout porté sur les symptômes typiques d'anthracnose des fruits. Les lésions sur fruits mûrs sont de contour circulaire, et présentent une légère dépression centrale de couleur sombre, ponctuée d'acervules du champignon qui sporule en masses rosées. Les fruits verts peuvent présenter des taches brunes, les lésions ressemblant alors au " Buckaye rot" (ILLMANN et coll., 1959).

PANTIDOU et SCHROEDER (1955) ont décrit une infection foliaire sur Tomate et constaté la sporulation du champignon sur les tissus endommagés. On note très souvent une défoliation prématurée.

MAC-NEILL (1955, 1957) a signalé une infection systémique conduisant à une destruction totale de la plante qui subissait un flétrissement rapide.

On connaît également une anthracnose des fruits de Tomate due à Colletotrichum gloeosporioides (ou C. phomoides) ; les deux champignons diffèrent par la morphologie des spores. Il semble , ainsi que le pense von ARX (1957) et

ILLMANN (1959) que certains auteurs aient fait une confusion entre les deux. (cf. ch. B, 1).

3° - CANNABIS SATIVA L.

Une très grave anthracnose du chanvre a été signalée en Allemagne du Nord et Centrale par HOFFMANN (1958, 1959) qui a isolé Colletotrichum coccodes et démontré sa responsabilité dans la maladie.

Peu après la floraison, apparaissent des taches claires à brunes, isolées ou confluentes, réparties linéairement sur les tiges, sur les seules plantes mâles au début.

Plus tard, les tiges sont ponctuées de pustules gris-bleu. Ces taches grossissent lentement, se confondent, s'étendent de la base des tiges aux inflorescences, et peuvent gagner en peu de temps toute la plante. Les organes souterrains restent indemmes.

Sur les taches, on observe des sclérotés au début hyalins, puis noirs, souvent munis de soies brun-foncé (acervules). Les tissus attaqués prennent fréquemment un reflet argenté. Les fibres sont très déformées et altérées.

1ère Partie

A - LA MALADIE

11 - Ecologie de la maladie

La maladie de flétrissement due à C. coccodes est surtout signalée, sur Pomme de terre, les années à été chaud et très sec.

AMANN (1961 à 1963) pense que les facteurs écologiques sont la cause principale, voire primaire, de la maladie (Gummiknollenwelke) qui apparaît surtout sous forme de flétrissement des tubercules dans la région qu'il a étudiée (Baden- Wurttemberg). Il base sa théorie sur le fait que la maladie se manifeste dans cette région les années où les mois de juillet et août sont anormalement secs et chauds, les dégâts étant intensifiés par l'élévation de la température et la diminution de l'humidité atmosphérique, et d'autre part, les symptômes de flétrissement des tubercules pouvant être observés à la suite d'une simple diminution artificielle de leur hydratation.

WENZL (1963) oppose à cette théorie le fait que, si la maladie apparaît surtout les années à été chaud et sec, elle a été observée en Autriche, durant des étés relativement frais et à précipitations abondantes, et qu'elle

peut être absente durant des étés chauds et secs, dans des régions habituellement très atteintes.

D'autre part, AMANN (1961) a surtout constaté la maladie sur des terrains peu accidentés, vite lessivés. Les sols calcaires sont nettement favorisants, tandis que la maladie est rare sur sols alluviaux, argileux et gréseux, et inconnue sur argile à "keuper".

En ce qui concerne la Tomate, nous n'avons pas trouvé dans la littérature d'indications concernant une éventuelle influence des facteurs écologiques, sinon que l'apparition de la maladie semble être favorisée par les conditions amenant un déséquilibre en eau de la plante et dégradant de ce fait le système racinaire (JAKUBCZYK, 1962).

Sur le Chanvre, HOFFMANN (1959) ne connaît la maladie que sur des sols marécageux et en déduit l'hypothèse d'une influence des facteurs écologiques et édaphiques sur l'apparition de la maladie, tout en affirmant le parasitisme vrai de C. coccodes, d'après le résultat de ses expériences.

1ère Partie

A - LA MALADIE

III - Importance économique de la maladie

AMANN (1961) a signalé des dégâts sur Pomme de terre conduisant à des pertes de 65 à 80 % de la récolte. D'autre part, les tubercules provenant de champs dont les tiges étaient attaquées se conservent très mal. Les tubercules atteints ne sont consommables que par le bétail (WENZL, 1951) qui les accepte avec réticence; encore faut-il leur adjoindre des aliments complémentaires en quantité importante (GLÖCKNER, 1940, VOSS, 1954).

Les tubercules atteints perdent totalement leur faculté germinative , ou ont une germination précoce, anormale (filosité). Même les tubercules turgescents issus de tiges atteintes et paraissant sains présentent une forte réduction de leur faculté germinative (AMANN, 1961 : 40 % de germination seulement).

Il existe des différences de comportement suivant les variétés de Pomme de terre, mais il est impossible d'en tirer des conclusions, car on ne peut savoir s'il s'agit d'un véritable phénomène de résistance (DEMEL et WENZL, 1953; STEINECK, 1955). AMANN (1961) signale

que si, pour les variétés tardives, 30-35 % au plus des tubercules germaient normalement, pour les variétés moyennes, le pourcentage de germination des tubercules atteints était plus élevé, mais l'on observait 80 % de filiosité.

Sur Tomate, des dégâts importants ont été signalés, atteignant jusqu'à 60 % des plantes (MAC-NEILL, 1955 ; JAKUBCZYK, 1962) en serre ou en champ, les pertes portant surtout sur les fruits.

HOFFMANN (1959) a rapporté des dommages très graves sur Chanvre, tandis que O'GARA (1917) et HORSCHACK (1954) notaient jusqu'à 90 % de pertes sur Aubergine.

1ère Partie

B - L'AGENT RESPONSABLE

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes

(= C. atramentarium (B et Br.) Taub.)

1 - Taxonomie

DICKSON (1922, 1925, 1926) et DEFAGO et GASSER (1943) ont donné une revue générale de la taxonomie du parasité étudié. Il en résulte que le champignon décrit par LINK (1825) sous le nom d'Exosporium maculans et dont FRIES (1829) a fait une variété de Vermicularia dematium (= V. maculans (DESMAZIERES, 1828) est distinct de Vermicularia atramentaria décrit par BERKELEY et BROOME (1850); SACCARDO (1882), et très récemment CHUPP (1964), ont montré que les deux microorganismes ont des spores de forme différente.

TAUBENHAUS (1916) donna au responsable de la " dartrose " de la Pomme de terre le nom de Colletotricum atramentarium (Berk. et Br.) Taubh., tout autre terme étant considéré comme synonyme. Les auteurs suivants, de GROVE (1937) à von ARX (1957), ont adopté cette nomenclature ainsi que SCHMIEDEKNECHT (1957-1959), HOFFMANN (1959) et AMANN (1961). Cependant, HUGHES (1958) donne à l'espèce étudiée le nom de Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes,

après avoir montré que le Chaetomium coccodes décrit par WALLROTH (1833) est identique à Vermicularia atramentaria Berkeley et Broome. Nous adopterons ici la terminologie de HUGHES (voir remarque).

La position systématique de Colletotrichum coccodes est encore inconnue, la forme parfaite n'ayant pas encore été découverte jusqu'ici. Il faut donc considérer C. coccodes comme appartenant à la classe des Deuteromycètes, ordre des Melanconiales, famille des Melanconiaceae, à conidies unicellulaires et hyalines (Amerosporae). Il convient cependant de remarquer qu'AVERNA-SACCA (1923) a observé une forme parfaite à laquelle il a donné le nom de Plowrightia solanicola Aversa, sur la base des ascospores cloisonnées. Tous les travaux entrepris ultérieurement n'ont pu aboutir à la reproduction des résultats de cet auteur (SCHMIEDEKNECHT, 1956).

Remarque :

LOPRIENO (1961) identifie Colletotrichum coccodes au champignon décrit sous le nom de C. phomoides par SWANK (1953) qui en a obtenu la forme parfaite, Glomerella phomoides Swank. Si de nombreux auteurs ont décrit C. coccodes comme C. phomoides en tant que responsable d'une anthracnose des fruits de Tomate (KENDRICK et WALKER, 1948 ; MESSIAEN, 1955; PANTIDOU et SCHROEDER, 1955-1956), dans le cas de SWANK (1950), il semble qu'il s'agisse toutefois d'une forme

conidienne de Glomerella cingulata, ainsi que le pense von ARX (1957).

Il ne semble pas toutefois, que l'on puisse mettre en doute l'identité des souches étudiées sous le nom C.coccodes par LOPRIENO (1961) puisque celles-ci proviennent des laboratoires de MESSIAEN, SCHROEDER et WALKER.

1ère Partie

B - L'AGENT RESPONSABLE :

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes
(= C. atramentarium (B et Br.) Taub.)

II - Spectre d'hôtes et répartition
géographique

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes a principalement été signalé sur Solanum tuberosum L., solanum lycopersicum L., Cannabis sativa L., où il est responsable de maladies graves. Mais il a été également rencontré sur d'autres solanacées et même divers représentants d'autres familles botaniques. Nous avons réuni dans le tableau I les données de la littérature, en prenant comme base la Carte de distribution des maladies des Plantes " n° 190 éditée par le Commonwealth Mycological Institute, révisée en 1949, et en la modifiant.

Les hôtes principaux sont incontestablement la Pomme de terre et la Tomate, ou plutôt les solanacées en général, ce qui pourrait suggérer une certaine spécificité de C. coccodes ; mais le fait que C. coccodes soit présent sur des plantes de familles très différentes est en contradiction avec cette hypothèse.

Nous avons pu, d'autre part, isoler C. coccodes

à partir de racines attequées de Solanum dulcamara L. ,
et de tiges de Dianthus barbatus L. Des expériences d'infection
artificielle sur Capsicum annuum L. et sur Datura
stramonium L. nous ont permis de confirmer la pathogénéité
de C. coccodes vis à vis de ces deux plantes (BREMER,
1954; ILMANN, 1960); (IBRAHIMOV, 1951).

Nous pouvons supposer que notre parasite
est beaucoup plus répandu qu'on ne le pense, et possède
un très large spectre d'hôtes; les Solanacées sauvages
peuvent sans doute constituer un réservoir important, mais
il serait intéressant d'effectuer des recherches dans cette
voie.

NOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
SOLANACEES		<u>AFRIQUE</u>	
<u>Solanum</u>			
<u>uberosum L.</u>	"Black dot"	Afrique du Sud	DOIDGE (1914)
	Flétrissement	Kenya	NATTRASS (1962)
	"Dartrose"	Maroc	BOUCHELIER (1936)
	"Black Dot"	Tanganyika	WALLACE (1943)
	"Black Dot"	Uganda	HANSFORD (1963)
		<u>AMERIQUE</u>	
	"Black Dot"	Bermudes	WATERSON (1947)
	"Anthracnose	Brésil	AVERNA-SACCA (1923)
	"	"	GRILLO (1937)
	"	Canada	(Canadian Plant Diseases Survey) en part.:
	"Black Dot"	"	DICKSON (1926)
	"	"	HARRISON (1963)
	"	"	SANTERRE (1963)
	"	Jamaïque	LARTER (1943)
	"Flétrissement"	Pérou	BAZAN de SEGURA (1955)
		U.S.A.	Plant diseases
		Signalé sur	Reporter
		Pomme de Terre	(1917-1964) et aussi
		dans 12 Etats des	
		Etats-Unis par	ANDERSON et Coll.
		de très nombreux	(1925)
		auteurs	BARTHOLOMEW (1927)
			MANEVAL (1928)
			DICKSON (1926)
		<u>ASIE et MOYEN</u>	
		<u>ORIENT</u>	

NOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
olanum tuberosum L.		ASIE et MOYEN-ORIENT	
	"Flétrissement"	Iran	KHABIRI (1962)
	"Flétrissement	Japon	TANAKA (1955)
	"Pourritures sur tubercules"	Java	MULLER (1939)
	"	Palestine	REICHERT (1939)
	"	Syrie	MULDER (1958)
	" Flétrissement "	Turquie <u>AUSTRALIE et</u>	BREMER (1954)
		<u>OCEANIE</u>	
	" Flétrissement "	Australie	MAC-ALPINE (1911)
	"	"	ADAM (1937)
	"	Nelles Galles Sud	NOBLE et Coll. (1935)
	Tiges: Black Dot	Nlle Zélande	CHAMBERLAIN (1935)
	Lésions tuber- cules	Tasmanie	WADE (1949)
	"	"	SAMPSON & FOUNTAIN (1960)
	"	Victoria	FISH (1939)
		<u>EUROPE</u>	
	"Black Dot"	Açores	BENSAUDE (1926-27)
	"Flétrissement"	Allemagne	VOSS (1954)
	"	"	SCHMIEDEKNECHT (1956)
	"	"	AMANN (1961)
	"Flétrissement"	Autriche	WENZL (1950)
	Tiges: infection secondaire	Belgique	MARCHAL (1933)
	Anthracnose	Bulgarie	CHRISTOFF & CHRISTOVA (1939)
	"	Chypre	NATTRASS (1937)
	Flét. Tubercules	Danemark	Plantesygdomme i Dk. (1938)
	"	Ecosse	DENNIS & FOISTER (1942)

NOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
olanum uberosum L.		<u>EUROPE(suite)</u>	
	Flet tuberculés	Eire	PETHYBRIDGE(1918)
	Flétrissement	Espagne	UNAMUNO (1933)
	associé avec <u>Phoma solanica</u>	Esthonomie	LEPIK (1943)
	Dartrose	France	DUCOMET (1908)
	"	"	CREPIN (1923)
	"	"	FOEX (1933)
	associé avec <u>Hétérodera Rostk</u>		
	<u>chiensis et Rhizoctone</u>	Grande-Bretagne	OGILVIE & MULLIGAN (1931)
	Tubercules pour	"	GROVE (1937)
	Tubercules pour	Grèce	MAIRE & POLITIS(1940)
	"	"	SARJANNI & coll.(1952)
	Skin necrosis	Hollande	MOOI (1959)
	Associé avec <u>Fusarium oxysporum</u>	Hongrie	HUSZ (1935)
	Flétrissement	"	OLGYAY (1951)
	"	Irlande(Ulster)	MUSKETT coll(1932)
	"	Italie	SACCARDO (1882)
	"	"	ARNAUDI(1924)
	"	"	GIGANTE (1956)
	"	Jersey	PHILIPPS (1961)
	"	Portugal	Da CAMARA (1937)
	"	Roumanie	Starea Fitosanitaria(1954)
	Dartrose	Suisse	DEFAGO & GASSER(1943)
	"	"	Station Fédérale (1956)
	Pour. tubercule	U.R.S.S.	SOLOVIEVA(1927-28)
	"	"	IBRAHIMOV (1951)
	"	"(Lithuanie)	BUNDZA (1961)
	"	Yougoslavie	VUKCEVIC (1954)

NOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
<u>Solanum</u> <u>pycopersicum L.</u>		<u>AFRIQUE</u>	
	Pour. racines et fruits	Rhodésie	BATES (1957)
	Pour. fruits	<u>AMERIQUE</u>	KENDRICK & WALKER (1948)
	Pour. racines	"	MAC-NEILL (1955)
	Pour. fruits	Canada	ILLMANN (1959)
	Pour. racines et fruits	" U. S. A.	LOCKHART (1963) WILLIAMS (1929)
	"	"	" (1956)
		<u>ASIE</u>	
	"	Turquie	BREMER (1954)
	Racines pour.	<u>AUSTRALIE</u>	COLQUHOUN (1941)
		<u>EUROPE</u>	
	Fruits	Allemagne	HOCHAPPEL (1940)
	pour. racines	Eire	WALSH & CLARKE (1945)
	Pour. fruits	Grande-Bret	BEWLEY (1916)
	avec bactéries	Hollande	Van POETEREN (1932)
	Pour. racines	"	THERMOLEN (1962)
	"	Irlande	MAC-KAY (1942)
	"	Pologne	MICZYNSKA & STACH- YRA (1961)
	"	"	JAKUBCZYK (1962)
	"	U. R. S. S.	IBRAHIMOV (1951)
	"	"	HROBRUITH (1953)
	"	"	BRUNDZA (1961)
	"	Yougoslavie	PANJAN & LUSIN (1963)
<u>Solanum</u> <u>emissum L.</u>	Anthracnose	Allemagne	SCHMIEDEKNECHT (1956)
<u>Solanum</u> <u>ulcamara L.</u>	Anthracnose	France	FORLOT (1965)
<u>Solanum macolae L.</u>	Anthracnose	Allemagne	SCHMIEDEKNECHT (1956)

NOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
<u>olanum</u> <u>elongena L.</u>	Anthracnose	Allemagne	HORSCHACK (1954)
	"	Rhodésie	WICKENS (1937)
	"	U. R. S. S. (Lituanie)	BRUNDZA (1937, 1961)
<u>olanum</u> <u>arachoides L.</u>		U. S. A.	O'GARA (1917)
		U. S. A. (Californie)	STEPHEN (1956)
<u>apsicum</u> <u>nnuum</u>	"	Allemagne	BREMER (1954)
	"	Canada	ILLMANN (1960)
	"	Pologne	MICZYNSKA & STACHYRA (1961)
<u>atura</u> <u>tramonium L.</u>	"	France	FORLOT (1965)
	"	U. R. S. S.	IBRAHIMOV (1951)
<u>Physalis peruviana L.</u>	"	U. S. A.	DICKSON (1922)
ANNABINACEES <u>cannabis sativa</u>	"	Allemagne	HOFFMANN (1958)
ARYOPHYLLACEES <u>Pianthus barbatus. L.</u>	Saprophyte	France	FORLOT (1965)
COMPOSITEES <u>Dahlia sp.</u>		Hollande	Von ARX (1957)
<u>Dahlia sp.</u>	Jeunes plantules	Tchécoslovaquie	BAUDYS (1935)
CUCURBITACEES <u>Trichocarpa sp.</u>	Anthracnose	Canada	PANTIDOU & SCHRÖEDER (1956)
	"	U. R. S. S.	IBRAHIMOV (1951)
GRAMINACEES <u>Triticum sp.</u>		U. S. A.	STAKMAN (1923)
<u>Hordeum sp.</u>		"	
LILIACEES <u>Allium cepa L.</u>		U. S. A.	WILHELM (1956)
INACEES <u>Linum sp.</u>		Allemagne	ROST (1938)

HOTES	MALADIE	PAYS	AUTEURS
RENONCULACEES <u>Clematis sp.</u>	Jeunes plantules	Hollande	Von ARX (1957)
ROSACEES <u>Fragaria</u> <u>vesca L.</u>	"	U.S.A.	WILHELM (1956)

TABLEAU : I

SPECTRE D'HOTES et REPARTITION GEOGRAPHIQUE

de Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hugues

d'après les données de la Littérature.

1ère Partie

B - L'AGENT RESPONSABLE :

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hugues

(= C. atramentarium (B et Br.) Taub.)

III - Morphologie de Colletotrichum
coccodes (Wallr.) Hugues

La morphologie de Colletotrichum coccodes est bien connue depuis les travaux de DICKSON (1926), DEFAGO et GASSER (1943) et SCHMIEDEKNECHT (1957). Ces différents auteurs ont tous remarqué, cependant, une certaine variabilité dans les différents caractères, tant des organes végétatifs que des conidies.

1° - MYCELIUM -

Le mycélium de C.coccodes, comme celui de la plupart des champignons est peu caractéristique . A l'intérieur des tissus de l'hôte , cependant, les hyphes sont fréquemment septées, et présentent un léger étranglement au niveau des cloisons (SCHMIEDEKNECHT, 1957). La densité du mycélium est plus grande dans les cellules superficielles des couches de tissus, que dans les cellules plus profondes où les hyphes pénètrent isolément. Le contenu des hyphes vivantes est hyalin, granuleux, rempli de

gouttelettes d'huile et de vacuoles à l'état jeune, tandis que les hyphes plus âgées semblent vides. Les cellules de l'hôte réagissent à la pénétration en formant des "Lignituber" (SCHMIEDEKNECHT, 1957).

D'après ce dernier auteur, le cytoplasme à l'extrémité des hyphes est plus dense, sans vacuole, mais contient des noyaux, dont le nombre varie de 3 à 6 suivant les articles, les plus âgés n'en présentant plus qu'1 ou 2 au maximum. Aucune division des noyaux n'a été observée jusqu'ici.

Sur milieu de culture gélosé, le champignon forme des colonies circulaires, gris blanc à roses, prenant fréquemment en bordure une coloration améthyste (DICKSON, 1923). Les hyphes sont fines et même grêles, septées, à contenu riche en gouttelettes d'huile. Le mycélium est rarement aérien, sauf dans les cultures âgées (GEMEINHARDT, 1957) et dans les "secteurs" formés par certaines souches. Ce phénomène de "saltation" (terminologie d'après STEVENS, 1922) est fréquent chez Collectotrichum coccodes, et se manifeste par l'apparition de soies sur les sclérotés de certains secteurs, le nombre plus ou moins important des sclérotés suivant les plages du milieu occupées et leurs dimensions, la présence ou l'absence des spores et leur coloration (DICKSON, 1923; - CHAUDHURI, 1924). La "saltation" semble directement influencée par des variations thermiques brusques, et ne se produit en général qu'à une température supérieure à 20°C (DEFAGO et GASSER, 1943).

2° - ACERVULES et SCLEROTES -

Les acervules sont des formations noires que l'on rencontre, isolées ou en masse, parfois même tellement abondantes qu'elles apparaissent comme une "croûte" noire, sur les tiges flétries de Pomme de terre ou de Tomate. Ils résultent de la réunion d'hyphes épaissies et anastomosées. Les hyphes externes se fondent en une enveloppe constituant un pseudoparenchyme, tandis que les hyphes internes forment une médulle. (SCHMIEDEKNECHT, 1957). Les conidiophores sont simples ou ramifiés, cylindriques, à extrémité arrondie, et possèdent de zéro à trois cloisons (DEFAGO et GASSER, 1943). Leur taille est variable : 10 à 30 μ d'après DICKSON (1923), 16 à 60 μ x 2 à 5 μ d'après les auteurs cités antérieurement. Les conidiophores produisent à leur sommet des conidies solitaires et successives, non en chaînes. Entre les conidiophores, poussent des soies noires, pluricellulaires, de taille extrêmement variable, toujours présentes sur l'hôte, des cellules épidermiques duquel les acervules émergent en déchirant la cuticule à maturité pour libérer les conidies.

En culture sur milieu gélosé, les acervules sont rarement présents. Par contre, il existe de nombreuses formations sclérotiques, qui ne produisent pas de conidies et ne sont pratiquement jamais munies de soies. FROST (1964) a montré que la formation des soies en culture pure, sur milieu gélosé, est directement influencée

par une humidité atmosphérique relative basse, une humidité élevée favorisant surtout la formation de mycelium aérien. Cet effet morphogénique de l'humidité semble pouvoir être généralisé au genre Colletotrichum.

Les dimensions des acervules et sclérotés de C. coccodes sont très variables ainsi qu'il ressort du tableau II, ci-après, réunissant les données de la littérature.

AUTEURS	ANNEE	DIMENSIONS	SUBSTRATS
AMANN	1956	200 - 500 μ	-
BEWLEY et coll.	1924	520 - 570 μ	Dox Agar
CHAUDHURI	1924	400-500x300-360 μ et 200-300x150 μ	Farine d'avoine
DEFAGO & GASSER	1943	70-400x2000-3000 μ ϕ 60	Substrat naturel milieu synthétique
DICKSON	1926	100 - 500 μ	"
HUSZ	1953	200 - 500 μ	"
HOFFMANN	1959	98,9-107,9x138,2-150,8 μ	Tiges de p. de terre
"	"	72,8-73,8x90,4-91,4 μ	Tiges de chanvre
PAPE	1932	jusqu'à 500 μ	milieu de culture
SCHMIEDEKNECHT	1956	ϕ 0,06 à 3 mm	milieu de culture
VIENNOT-BOURGIN	1949	100 à 0,5 mm	tiges de p. de terre
VOSS	1955	200 à 500 μ	tiges de p. de terre
WENZL	1950	200 - 500 μ	milieu de culture
WOLLENWEBER et coll.	1949	250 - 500 μ	milieu de culture
WOSTMANN	1956	535-87,5x66,5-260 μ 70-199,5x105-224 μ	tubercule tubercule

Tableau II - Dimensions des acervules de C. coccodes d'après les données de la littérature, d'après SCHMIEDEKNECHT (1955), modifié.

3° - CONIDIES -

Les conidies sont cylindriques, obtuses ou en forme de cônes émoussés (DICKSON, 1923), parfois effilées à la base. Individuellement, elles sont incolores, hyalines, en masse, elles sont roses à jaunes.

D'après SCHMIEDEKNECHT (1956, 1957), les conidies sont uninucléées. Très âgées, elles présentent une cloison transversale et des vacuoles importantes. Le cytoplasme est granuleux et aux extrémités se trouve souvent une gouttelette plus réfringente (conidies biguttulées).

En culture pure, les spores sont formées directement sur le mycélium ("freie Konidienbildung", SCHMIEDEKNECHT, 1957) tandis que dans les conditions naturelles, elles se forment dans les acervules. Les dimensions des conidies sont très variables ainsi que l'indiquent de nombreux auteurs (Tableau III).

AUTEURS	ANNEE	DIMENSIONS	SUBSTRATS
AVERNA-SACCA	1925	4-6 x 12-24, 3 μ	hôte
BONING	1929	4-5 x 15-22 μ	hôte
CHAUDHURI	1934	5 x 14 μ	P.D.A.
		3,5 x 22 μ	forme d'avoine
DEFAGO et GASSER	1940	3,9-4,47x15,1-22,3 μ	P.D.A.
		4,25-4,46x20,2-23,4 μ	P.D.A.
DICKSON	1946	3-7,5x17,5-22 μ	hôte
HUSZ	1944	3-5x12-23,5 μ	prune agar
SCHMIEDEKNECHT	1957	3-7,5x12-27 μ	milieu culture
TAUBENHAUS	1910	3-5 x 16-24 μ	hôte
VIENNOT-BOURGIN	1949	2,5-3 x 18-22 μ	hôte

Tableau III -

Dimensions des conidies de C. coccodes
d'après SCHMIEDEKNECHT (1955), modifié.

4° - GERMINATION des CONIDIES : " APPRESSORIA "

Lorsqu'on place des conidies en suspension dans l'eau à l'étuve à 24-28°C, après quelques heures (durée variable), on peut observer la formation de tubes germinatifs. Au contact d'une surface solide (verre, hôte) se forment des organes de fixation, appelés "appressoria" par FRANK (1883). Von ARX (1957) considère ces organes comme caractéristiques du genre Colletotrichum. Ils sont circulaires, à contour souvent festonné, fréquemment aussi en forme de cœur, de diamètre variable (12 à 14 μ) et de couleur sombre. A partir de ces organes, se forme une hyphé de perforation à travers la cuticule et la membrane de la cellule hôte, au moment de l'infection. Lorsqu'il n'y a pas formation d'appressoria, on observe la production de conidies secondaires. Pour certains auteurs, les appressoria sont des "spores secondaires" adaptées à une certaine résistance (SOUTHWORTH, 1891; HALSTED, 1892), tandis que pour d'autres, il s'agit de véritables chlamydospores (CLINTON, 1902; ETTIG, 1958-59). SCHMIEDEKNECHT (1959) a mis en évidence la possibilité qu'à Colletotrichum coccodes de former, en culture mixte avec Bacillus subtilis, des chlamydospores typiques, à membrane épaisse et double, à partir de conidies cloisonnées. La taille de ce type de spores est 5 à 6 fois supérieure à celle des appressoria, et SCHMIEDEKNECHT en déduit que ces derniers ne sont pas des chlamydospores. Nous reviendrons sur ce problème ultérieurement.

1ère Partie

B - L'AGENT RESPONSABLE :

Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hugues

(= C. atramentarium (B et Br.) Taub.)

IV - Physiologie de Colletotrichum coccodes

(Walbr.) Hugues

De nombreux auteurs ont étudié la physiologie de C. coccodes et nous donnerons un résumé de l'essentiel des résultats, en particulier des publications les plus récentes.

1° - CROISSANCE et NUTRITION -

Il résulte des expériences sur la nutrition du champignon que ses exigences sont très larges ; il peut se développer sur des milieux relativement pauvres, mais l'abondance de sources de carbone et d'azote (glucides, acides aminés) favorise très nettement la croissance végétative et la sporulation, tout en retardant la transition à la forme sclérote. La richesse du substrat a une influence marquée sur l'aspect du mycélium (JAKUBCZYK, 1962). Le champignon a une croissance semblable sur substrats naturels stérilisés, sur milieux gélosés et dans les milieux liquides (SCHMIEDEKNECHT, 1956).

a) - Sources de carbone -

D'après JAKUBCZYK (1962) C.coccodes utilise bien les mono et disaccharides et les glucides complexes, glucose, mannose et fructose étant les plus favorables à la croissance. LOPRIENO (1961) a montré que, d'une façon générale, le d-xylose, le d-mannose et le d-galactose sont plus rapidement utilisés que les autres sucres et que le mélange d-glucose + d-lévylose.

b) - Sources d'azote -

JAKUBCZYK (1962) a montré que les meilleures sources d'azote pour la croissance de C.coccodes sont le nitrate d'ammonium et parmi les acides aminés, l'acide l.glutamique, d.l. Valine, l.Tyrosine, l.asparagine, d.l.méthionine, glycocolle, urée, le champignon assimilant l'azote sous forme de sels d'ammonium (oxalate), ce que confirment les travaux de LOPRIENO et coll. (1962).

c) - Influence de la température -

La croissance de Colletotrichum coccodes est possible dans un domaine de température très large. Nous avons réuni les différentes données de la littérature dans le tableau IV ci-après :

MINIMUM	OPTIMUM	MAXIMUM	AUTEURS
6°C	28-30°C	38°C	DEFAGO & GASSER (1943)
7°C	25°C	35°C	HOFFMANN (1959)
0°C	24-30°C	37°C	JAKUBCZYK (1962)

Tableau IV -

Exigences de température de
C. coccodes en culture pure d'après les données de
la littérature.

On constate que la croissance la plus rapide a lieu dans un domaine de température de 18 à 30°C avec un optimum situé entre 24 et 30°C. La température ne semble pas affecter l'aspect du mycelium et des sclérotés, mais aux températures extrêmes, les hyphes sont déformées et poussent mal (JAKUBCZYK, 1962).

d) - Influence du pH -

SCHMIEDEKNECHT (1956), JAKUBCZYK (1962) ont montré que le pH du milieu sur lequel s'effectue la croissance du mycelium de C. coccodes tend à évoluer vers la neutralité; en particulier dans le cas de milieux nettement alcalins. Le domaine de croissance optimum s'étend de pH = 5 à pH = 8,5.

e) - Influence de l'humidité -

La maladie de flétrissement de la Pomme de terre se manifestant aux cours d'étés très secs et chauds, on pourrait penser que C.coccodes n'a pas d'exigences élevées en ce qui concerne l'humidité. SCHMIEDEKNECHT (1956) a montré le contraire, en ce qui concerne la croissance sur milieu de culture et l'infection des tiges de Pomme de terre, ce qui semble confirmé par la présence de l'antracnose du Chanvre en région marécageuse (HOFFMANN, 1959) en Allemagne.

Nous avons signalé par ailleurs (B, III, 2°) l'influence de l'humidité sur la formation des soies, d'après les récents travaux de FROST (1964).

2° - SPORULATION et GERMINATION des CONIDIES -

La sporulation est abondante sur des milieux riches en glucides et acides aminés. La formation des conidies est fort influencée par la température (JAKUBCZYK, 1962) : elle est très abondante de 23 à 28°C.; au dessus de 30°, les spores sont formées en abondance, mais leur vitalité est courte.

La germination des spores a lieu facilement en deux à trois heures, en chambre humide. JAKUBCZYK (1962) indique que la présence de substances nutritives favorise la germination, mais n'indique pas quelles sont ces substances. D'après l'auteur précité, la germination s'effectue dans un domaine de température

allant de 4 à 37°C. et avec un optimum pour 28 - 30°C., tandis que pour HOFFMANN (1959) l'optimum se place à 25°C.

En ce qui concerne le pH, la germination des conidies a lieu entre pH=3 et pH=8 avec un optimum pour pH=5 à 6 (HOFFMANN, 1959).

3° - PROPRIETES ENZYMATIQUES -

Elles ont été étudiées et mises en évidence par SCHMIEDEKNECHT (1956) qui a pu montrer la présence d'une cellulase semblant être un enzyme constitutif du champignon, élaboré même en absence de cellulose. Il n'a pas été possible de dire s'il s'agit d'un ecto- ou d'un endo-enzyme.

L'appareil enzymatique de C.coccodes est également composé d'hemicellulase, pectinase, saccharase, amylase, inulase et de ferments protéolytiques.

4° - PRODUCTION de TOXINES -

HENNIGER (1953), en observant l'action des filtrats de culture du microorganisme sur des germes de Pomme de terre, a émis l'hypothèse de l'existence d'une "toxine" produite par C.coccodes et provoquant des symptômes de flétrissement. Cette opinion a été partagée par LÖFFLER (1955, non publié) et SCHMIEDEKNECHT (1956).

Les filtrats de culture gardent leur toxicité après traitement de courte durée à la chaleur, mais les toxines sont détruites par stérilisation à l'autoclave ou après conservation prolongée au froid (LÖFFLER, 1955 ; WAGNER 1961).

WAGNER (1961) a confirmé, par une étude approfondie, les résultats et hypothèses précitées. Il en résulte que Colletotrichum coccodes produit, dans le milieu synthétique liquide de Richard-Luzsche, des substances phytotoxiques, provoquant un flétrissement et des nécroses sur feuilles de Tomate et de Pomme de terre. Les toxines n'ont pas été isolées, mais il a été démontré qu'il ne s'agit pas de produits d'autolyse et qu'elles sont élaborées pendant la croissance du champignon. Aucune différence de sensibilité aux toxines ne s'est manifestée entre les feuilles de Pomme de terre saines et les feuilles de plantes atteintes du virus de l'enroulement. Les feuilles chlorotiques de Tomate, par contre, se sont montrées plus sensibles que les feuilles vertes et saines.

Les sources nutritives favorables à la croissance, favorisent également l'élaboration des substances toxiques et influent directement sur la toxicité des filtrats. Certains sucres, cependant, qui agissent de façon identique sur la croissance, ont une action différente sur la production des toxines (glucose, lactose). On peut en déduire que, si Colletotrichum coccodes peut utiliser des sources nutritives relativement peu semblables de la même façon, l'élaboration des toxines de flétrissement n'est pas obligatoirement identique dans tous les cas.

Enfin, WAGNER a montré que la toxicité de ces filtrats de culture est équivalente à l'activité d'une solution 10^{-3} molaire d'acide fusarique et d'une solution 10^{-2} molaire de Komplexon III additionné de Fecl. 3.

1ère Partie

B - L'AGENT RESPONSABLE :

Colletotrichum coccodes (Walbr.) Hugues

(= C. atramentarium (B et Br.) Taub.)

V - Biologie de Colletotrichum coccodes

(Walbr.) Hugues

L'étude de la littérature concernant ce problème donne une impression de grande confusion tant sont nombreuses les contradictions sur la pathogénicité, la conservation et le mode d'infection du champignon étudié. Les différents auteurs sont cependant pour la plupart d'accord sur le fait que le caractère pathogène du champignon vis à vis de la Pomme de terre ne s'exprime que dans des conditions particulières, quand la plante est prédisposée à la maladie (BREMER, 1954; SCHMIEDEKNECHT, 1956 ; AMANN, 1962). En ce qui concerne la Tomate, les auteurs sont unanimes à reconnaître le parasitisme et la pathogénicité de C. coccodes (FULTON, 1948 ; ILLMAN et coll., 1959 ; JAKUBCZYK, 1962 ; TERMOHLEN, 1962). Les travaux de HOFFMANN (1959) confirment cette opinion pour le Chanvre (*Cannabis sativa* L.)

1° - LES RESERVOIRS INFECTIEUX -

Le fait que C.coccodes soit susceptible d'hiverner sur les tubercules de Pomme de terre (BRAUN, 1954), laisse supposer que ceux-ci constituent une source d'infection des tiges (DEFAGO et GASSER, 1943; OLGYAY, 1951). La preuve expérimentale de cette hypothèse a été donnée par SCHMIEDEKNECHT (1956 a) et AMANN (1961-62).

Les auteurs sont beaucoup moins affirmatifs en ce qui concerne l'éventualité d'une source d'infection à partir du sol. PAPE (1932), HUSZ (1953) et HOCHAPPEL (1940) admettent cette hypothèse, et le dernier auteur estime C.coccodes capable de saprophytisme. BREMER (1954) pense qu'il s'agit d'un "soil inhabitant" suivant la terminologie de GAPPET (1944 et 1950), tandis que GEMEINHARDT (1954, 1955, 1957) et ETTIG (1955) excluent l'éventualité d'une vie saprophytique de C.coccodes dans un sol non stérilisé du fait des phénomènes d'antibiose dus, en particulier, à des actinomycètes, et de l'impossibilité d'isoler le champignon à partir du sol. SCHMIEDEKNECHT (1956 a) aboutit aux mêmes conclusions.

Pour certains auteurs, C.coccodes peut survivre dans le sol sous forme de sclérotas sur des débris végétaux pendant longtemps, et de là, attaquer facilement les jeunes racines. (ILLMAN, 1959 ; CHUPP et SHERF, 1961 ; AMANN, 1962).

JAKUBCZYK (1962) conclut, à l'issue de ses travaux

sur la Tomate, à une très grande aptitude de C. coccodes à la vie saprophytique, mais n'étend pas plus loin ses affirmations.

Nous avons effectué quelques expériences concernant ce problème et nous en donnerons les résultats plus loin.

2° - L'INFECTION et la CONTAMINATION -

Les résultats des infections artificielles effectuées par de nombreux auteurs, sont généralement assez contradictoires, ce qui renforce l'hypothèse de la prédisposition de la plante à la maladie (AMANN, 1962), ou celle de l'existence de races biologiques

DUCOMET (1908) et DICKSON (1926) ont réussi les premiers des infections sur tubercules. DEFAGO et GASSER (1943) ont effectué des essais identiques et ont montré en particulier que les tubercules sont "sensibles aux attaques pendant certaines périodes", les tubercules jeunes à périderme mince étant moins résistants que les autres.

OLGYAY (1943) et SCHMIEDEKNECHT (1956) ont obtenu des résultats plus discutables.

Les expériences effectuées par AMANN (1962) en associant Macrophomina phaseoli (Maull.) Ashby à C. coccodes, ont conduit à des baisses de rendement, sans que soit observée l'apparition de symptômes.

Sur la Tomate, tous les essais sur fruits mûrs ont été positifs (ILLMANN et coll. 1959). JAKUBCZYK (1962) a obtenu également des infections artificielles nettes sur plante entière, aussi bien en serre qu'en champ, tandis que DUNN et HUGHES (1964) aux termes d'une étude sur des infections associant Heterodera rostochiensis Wallr.; Rhizoctonia solani Kühn et Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes, n'ont eu que des résultats négatifs lorsque ce dernier organisme était inoculé seul.

HOFFMANN (1959) a rapporté des expériences positives d'infections artificielles de plantules et plantes adultes sur Chanvre et Tomate, au laboratoire et au champ, alors qu'elles étaient sans succès sur Pomme de terre. Il résulte de ces travaux et également des études morphologiques et physiologiques du microorganisme effectuées respectivement par SCHMIEDEKNECHT (1956- 57) et JAKUBCZYK (1962) que C.coccodes possède des propriétés telles qu'elles lui permettent aussi bien une vie parasitaire que saprophytique. On peut également envisager tous les degrés de parasitisme, depuis le parasitisme vrai (SCHMIEDEKNECHT, 1956) jusqu'au parasitisme de faiblesse (WENZL, communication personnelle, 1963 et travaux 1955 ; AMANN, 1962).

L'infection comprend les stades suivants : germination des conidies (quelques heures), formation des appressoria, pénétration à travers la cuticule de l'hôte, destruction du " lignituber " formé par la cellule de l'hôte, occupation du

territoire cellulaire, extension aux cellules voisines.
D'après SCHMIEDEKNECHT (1956) l'infection réussit sans porte d'entrée spéciale : le lieu de moindre résistance contre C.coccodes chez Solanum tuberosum L. est constitué par les racines adventives. Les acervules ne mûrissent que dans les cellules mortes de l'hôte, avec une exception pour les racines adventives. Entre l'infection et l'apparition des premiers symptômes s'écoule une longue période d'incubation (SCHMIEDEKNECHT, 1956; ILLMANN, 1959; JAKUBCZYK, 1962). Il semble, d'après ces auteurs, que Colletotrichum coccodes se contente de parasiter l'hôte sans provoquer de symptômes pathologiques, jusqu'à ce qu'une prédisposition de l'hôte, intervenant dans les stades tardifs de la végétation, et certaines conditions environnantes, n'en déterminent l'apparition.

Pour WENZL (communication personnelle, 1963; et travaux, 1950 à 1964) C.coccodes n'est pas la cause primaire de la maladie; de même que pour AMANN (1962) (cf. 1ère Partie, A, II).
WENZL (1964) résumant l'état des connaissances acquises, pense que, si l'on peut prouver un comportement parasitaire de C.coccodes sur Pomme de terre, ce champignon ne peut pas provoquer de symptômes typiques, et que d'autre part la théorie écologique de la maladie (AMANN, 1962) n'est pas suffisante. Pour lui, la "Gummiknollenweke" est vraisemblablement provoquée en Europe par le virus du Stolbur et autres virus apparentés, comme c'est le cas en Autriche.

Les symptômes de ces viroses décrits par SUCHOV (1949) , KOVACHEWSKY (1954), BLATTNY (1954) et WENZL (1961) sont communs à beaucoup de maladies de flétrissement et ne peuvent pas être considérés comme caractéristiques (cf. SCHMIEDEKNECHT, 1956).

Nous pensons que la virose du Stolbur n'intervient pas dans les expériences et observations que nous avons effectuées, car cette maladie n'a pas, à notre connaissance, été encore signalée sur Pomme de terre en France.

1ère Partie

C - MOYENS DE LUTTE :

Les travaux concernant ce problème sont relativement peu nombreux et nous en donnerons ici un bref aperçu.

1° - SELECTION de VARIETES RESISTANTES -

DICKSON (1926), DEFAGO et GASSER (1943), HUSZ (1953) et SCHMIEDEKNECHT (1956) préconisent une sélection de variétés de Pomme de terre résistantes à Colletotrichum coccodes . VOSS (1954) recommande l'utilisation de variétés très précoces pour que la récolte soit déjà effectuée avant la période sèche et chaude susceptible de favoriser l'apparition de la maladie.

2° - MESURES CULTURALES -

La rotation des cultures est un moyen de lutte dont l'efficacité est reconnue unanimement (DICKSON, 1926 ; TANAKA, 1955; SCHMIEDEKNECHT, 1956 pour la Pomme de terre et KENDRICK et WALKER, 1948; MAC-NEILL,

1955; CHUPP et SHERF, 1961 pour Tomate, Aubergine); CHUPP et SHERF (1961) recommandent également un bon drainage, l'alternance d'engrais verts et l'application suivie d'une fertilisation équilibrée.

La destruction des fanes, réservoirs certains d'infection, est indispensable après la récolte (DEFAGO et GASSER, 1943; SCHMIEDEKNECHT, 1956). Le paillage est recommandé par WENZL (1953), mais, selon SCHMIEDEKNECHT (1956), il n'empêche pas l'infection et prolonge seulement le temps d'incubation, d'autant plus que Colletotrichum coccodes est susceptible de vivre en saprophyte sur la paille, et que celle-ci constitue une source constante d'infection.

3° - TRAITEMENTS CHIMIQUES

En ce qui concerne la culture des pommes de terre, DICKSON (1926) a utilisé avec succès un traitement de "semences" par le formol. TANAKA (1955) a obtenu de bons résultats avec l'"Uspulun universal" utilisé depuis plus de trente ans.

Pour la tomate, MAC-NEILL (1955) recommande l'utilisation de M. C. 2 (2% de chloropicrine) en fumigation du sol, en champ et EBBEN et WILLIAMS (1958) la stérilisation du sol à la vapeur, en serre, ainsi que CHUPP et SHERF (1961). LOCKHART (1963) a obtenu un traitement efficace avec la "Venturicide" sur la Tomate en serre et en stockage.

Pour le poivron (*Capsicum annum* L.) en traitement en serre, SHUPP et SHERF (1961) préconisent l'application en pulvérisation à 5-7 jours d'intervalle de zirame (2%), captane (3%) ou de manèbe (2%).

D'après KENDRICK et WALKER (1948), le succès d'une prophylaxie chimique dépendra de la manière dont le fongicide adhère au fruit, et de la protection des fruits contre les projections de sol pendant les pluies.

IIe PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES

Chapitre 1 -

MISE EN EVIDENCE DE RACES DE

Colletotrichum coccodes

A - ISOLEMENT DES SOUCHES -

Le matériel sur lequel portent nos isollements est constitué essentiellement de tiges, racines et tubercules de Pomme de terre présentant des symptômes de flétrissement, ainsi que de racines et fruits de Tomate, et autres Solanacées.

Les échantillons de Pomme de terre proviennent surtout des Régions de BAYON (Meurthe et Moselle), GRANGES-s-VOLOGNE et RAMBERVILLEPS (Vosges), ainsi que de la région de NANCY.

En ce qui concerne les Tomates, celles-ci viennent des environs de NANCY, et quelques échantillons de la Région Parisienne.

1) Méthodes d'isolement :

Nous utilisons des méthodes différentes selon la nature des organes.

a) Racines :

En ce qui les concerne, nous suivons les indications de WILHELM (1956). Les racines attaquées sont placées en incubation dans des boîtes de Pétri (ϕ = 15cm) contenant soit du sable, soit de la perlite ou encore du papier, stérilisés et humides. Les fragments d'organes sont préalablement lavés durant environ 30 minutes sous un courant d'eau assez fort, immergés ensuite 20 à 30 secondes dans une solution à 1/1000 de chlorure mercurique, puis rincés à l'eau stérile (2 rinçages).

Après quelques jours un examen macroscopique permet le prélèvement direct de spores ou d'acervules. Nous avons également utilisé, pour de jeunes racines, la méthode décrite ci-dessous pour les tiges.

b) Tiges :

Les tiges sont découpées en fragments de 20 cm de long, qui sont lavés à l'eau courante pendant une heure, puis stérilisés comme dans le cas précédent. Tous les 4 cm sur chaque fragment, un morceau de quelques millimètres est prélevé, placé dans une boîte de Pétri stérile, où l'on a versé préalablement 1 à 2 cc d'eau distillée stérile. Le morceau de tige est ensuite écrasé aseptiquement à l'aide d'une spatule coudée stérile et la suspension ainsi obtenue étalée dans la boîte; le milieu gélosé choisi pour l'isolement maintenu liquide dans un bain-marie réglé à 30-40°, est ensuite réparti dans les boîtes ainsi traitées. Après quelques jours d'incubation à l'étuve et à l'obscurité, à 26-28°, température optimum pour le développement de Colletotrichum coccodes (JAKUBCZYK, 1961) on effectue les lectures.

c) Fruits et tubercules :

Ence qui concerne ce matériel, les organes sont exposés pendant une heure à un lavage à l'eau courante, et stérilisés comme précédemment. Un fragment de tissu est prélevé au niveau du front d'attaque de la pourriture et traité précédemment. (S. b.)

d) Sol :

Nous utilisons deux méthodes différentes : d'une part la technique de dilution, d'autre part, la technique du "gel-piège" (PAYEN, 1965) et un sol de jardin (A) prélevé en Juillet 1964 dans lequel depuis plusieurs années consécutives, on a cultivé des pommes de terre et,

et où, chaque année, les plantes présentent des symptômes de flétrissement. Le sol est tamisé avant utilisation.

Dans la première méthode, nous utilisons cinq dilutions d'une suspension de sol (100 g/100 cc) en ensemençant quatre boîtes de Pétri par dilution, et en réalisant deux répétitions. Les résultats sont relevés au bout de six jours d'incubation à l'étuve à 26°.

Dans la deuxième méthode, le sol A prélevé est réparti dans les pots en tourbe et carton "Fertil"⁺, de 8x8 cm, ainsi qu'un sol B, provenant du Jardin Botanique (NANCY), et ayant la composition suivante : terre franche mélangée à un volume égal de terreau. 20 plantules de Tomate de la variété "Canadienne Mendel" sont plantées à raison de 10 pour chaque sol A et B. A partir des lésions éventuellement apparues sur les racines après dix à quinze jours, nous opérons de la manière suivante : des fragments d'environ 2 mm de tissus lésés, après avoir été lavés sont déposés dans des boîtes de Pétri stériles à raison de 3 à 5 par boîte et recouverts aseptiquement d'un carré de gélose à l'eau prélevé dans une boîte de Pétri à l'aide d'une spatule stérile.

+ Les godets "Fertil" ont la teneur suivante en éléments fertilisants : 1,35% d'azote (nitrique et ammoniacal), 1,7% d'acide phosphorique soluble à l'eau, 1,35% de potasse soluble à l'eau.

Ces renseignements nous ont été communiqués par Monsieur FEVOTTE des papeteries H. BOUCHER (RAMBERVILLERS-Vosges) que nous tenons à remercier pour nous avoir adressé des échantillons à titre gratuit.

Après deux à trois jours d'incubation à 26-28°, une observation macroscopique permet de constater la présence éventuelle de mycelium sur la gélose, et de faire rapidement un repiquage sur un milieu approprié. Cette technique présente l'avantage d'être relativement rapide et d'éviter des contaminations bactériennes (PAYEN, 1965). Nous l'avons utilisée avec succès pour les pourritures sur tubercules ou fruits dues à C. coccodes et également pour l'isolement de certains *Phytophthora* sps. (FORLOT et coll., 1965).

2) Milieux utilisés :

Nous employons les milieux gélosés suivants, répartis en boîtes de Pétri, à raison de 20 cc par boîte, pour toutes nos différentes expériences :

Gélose au malt : gélose 15 g)) pour litre.
 Maltea Moser 15 g)

Eau gélosée filtrée :

gélose 20 g

eau 1000 cc

Filtrer sur coton hydrophile

Gélose à la Pomme de Terre ou Potato dextrose agar
d'après BOONE et KEITT (1956), modifié :

gélose : 17 g
glucose : 5 g
Extrait de 250 g de Pomme de terre, en tran-
ches, bouillis 30 minutes dans environ 500 cc
d'eau; après décantation et filtration grossière,
le volume est amené à 1000 cc. On ajoute
0,1% d'extrait de levure.

Gélose à la Pomme de terre et à la Carotte (P.C.A.):

d'après LANGERON (1952) :

Gélose	20 g	)	
Pomme de terre	250 g	)	rapès, faire macérer dans
Carotte	250 g	)	1 litre d'eau pendant 1 heure.

Porter à l'ébullition pendant 5 minutes. Après filtration,
on ramène à 1 litre.

Milieu de Richard-Lutzche d'après WAGNER (1961) :

Nitrate d'ammonium	10g	)	
Sulfate de Magnésium hydraté	2, 5g	)	Pour 1 litre
Phosphate monopotassique	5 g	)	d'eau ajouté,
Chlorure ferrique	0, 02g	)	le pH étant
Glucose	20g	)	ajusté à 4, 5
Gélose	20g	)	

Milieu au Chloramphénicol :

Maltea Moser	15g	)	
Gélose	15g	)	Pour
Chloramphénicol	0, 1g	)	1 litre

Farine de pois chiche d'après KEAY (1953) :

Farine sèche de Cicer arietinum	250g
Glucose	20g
Gélose	15g

pour un litre d'eau distillée

Farine d'avoine :

Farine d'avoine	50g
Sel marin	5g
Gélose	15g

pour 1 litre d'eau distillée.

Farine de Haricot d'après BRAUN (1958) :

Farine de haricots blancs	30g
Gélose	18g

pour 1 litre d'eau distillée.

Czapek-Dox-Agar d'après PURVIS et coll. (1964) :

Saccharose	30g
Na NO ₃	2g
K ₂ H PO ₄	1g
Mg SO ₄	0,5g
Kcl	0,5g
Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,01g
Gélose	15g

pour 1 litre d'eau distillée.

Pour les expériences d'isolement, nous utilisons le P.D.A. et le P.C.A. pour les racines et les tiges, le milieu au chloramphénicol et le milieu de Richard-Lutzche étant employés pour les fruits et tubercules ainsi que les isolements à partir du sol.

3) Résultats :

a) Identité des Champignons isolés :

Pour Solanum tuberosum, les champignons isolés le plus souvent des pourritures sèches de tubercules sont :

- Fusarium oxysporum Fr., Fusarium solani (Mart.) Appel et Wr., Rhizoctonia solani Kühn, Helminthosporium atrovirens (Harz.) Masson et Hughes; Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes, Alternaria solani (Ell. et Mart.) Sor. et Oospora pustulans Owen et Wakefield. Sur tiges et racines, nous rencontrons surtout Colletotrichum

coccodes, Fusarium oxysporum, Verticillium albo-atrum Reinke et Berth. et Colletotrichum dématium (Persoon ex Fries) Gave.

Pour Solanum lycopersicum, le champignon le plus fréquemment rencontré sur tiges et racines est Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de By., les sclérotés pouvant atteindre 5 mm de diamètre à l'intérieur des tiges et de Tomate en serre. Nous avons rencontré aussi Colletotrichum coccodes (sur racines, tiges et fruits), Cylindrocarpus radiculicola (Wt.) (sur racines), Fusarium oxysporum et Pyrenochaeta ferox (de Not.) Sacc. (sur tiges) Diplodia sp., Alternaria solani, Botrytis cinerea Fr. (sur fruits).

Nous avons enfin isolé le champignon responsable du "corky rot" (WELWAERT et VELDEMAN, 1961) ou "liège des racines". La maladie se manifeste par la formation au niveau des racines de "galles", parfois très grosses, et d'aspect liégeux. On rencontre fréquemment en même temps des acervules de Colletotrichum coccodes.

Cette maladie grave est connue depuis 1929 dans de nombreux pays et est particulièrement observée aux EPAYS-BAS. (TERMOHLEN 1957-1962; WELVAERT et coll., 1961). Le champignon isolé forme des colonies de mycelium gris, stérile, peu typique ("Grey fungus"). GERLACH (1964) pense qu'il s'agit d'un stade stérile d'un Pyrenochaeta sp.

En ce qui concerne les fruits de Tomate, ceux-ci étaient fréquemment atteints par Alternaria sp. et Diplodia sp.

Nous avons également isolé C. coccodes sur fruits verts, ce qui est en contradiction avec les données de ILLMAN (1959).

b) Données quantitatives concernant les
tubercules de Pomme de terre :

Nos observations portent sur deux récoltes consécutives de la variété Bintje, dans le même champ, sur le territoire de la ferme du Montet (Nancy). L'examen a été effectué sur la récolte de 40 pieds pris au hasard et a donné les résultats suivants :

1963	[Tubercules sains	: 1080
	[Tubercules attaqués	: 291, pourritures sèches 27
1964	[Tubercules sains	: 1034
	[Tubercules attaqués	: 102 pourritures sèches 64

Les isollements ont été effectués sur les seules pourritures sèches. Pour 1963, 2 boîtes seulement sur 27 ont donné des colonies de C. coccodes, tandis qu'en 1964, 16 boîtes sur 64 ont donné des colonies du même microorganisme. D'autre part, les tubercules ayant donné à l'isollement des colonies de C. coccodes, présentaient un flétrissement "caoutchouteux", tout à fait identique au symptôme de "Gummiknollenwelke" décrit par RADEMACHER (1954) et sous l'épiderme se trouvaient de nombreux acervules de C. coccodes lors de la seconde récolte (1964). Cette sensible augmentation des dégâts présumés dus à Colletotrichum coccodes est vraisemblablement attribuable aux conditions climatiques particulièrement favorables à la maladie durant l'été 1964, sec et chaud.

En 1963, les isollements à partir des 25 pourritures sèches restantes ont donné les résultats suivants :

<u>Fusarium oxysporum</u> Fr.	13 colonies
<u>Fusarium solani</u> (Mart.) Appel et Wr.	5 colonies
<u>Oospora pustulans</u> Owen et Wakefield	1 colonie

6 isollements n'ont donné aucun champignon. En 1964 les isollements autres que ceux venant des 16 tubercules flétris et caoutchouteux n'ont pas été identifiés complètement, la plupart présentant des colonies de Fusarium sp.

c) Données quantitatives concernant tiges
et racines de Pomme de terre :

Les observations ont été effectuées dans deux champs, l'un situé à quelques kilomètres de Bayon en Meurthe-et-Moselle et l'autre à Xaffervillers dans les Vosges. Nous avons relevé le nombre de plantes présentant des symptômes de flétrissement total ou partiel en juillet et en septembre 1964, les lectures étant possibles en l'absence de mildiou. Les résultats sont présentés dans le tableau n°V.

Origine	Mois	Total des plantes	Plants flétris
Bayon	Juillet	2230	905
var.			
Bintje	Septembre	2226	1832
Xaffervillers	Juillet	3127	1017
variétés			
Bintje	Septembre	3121	2866

TABLEAU V : Flétrissements observés dans deux champs de Pomme de terre au cours de l'été 1964.

Nous avons effectué des isollements selon le mode expérimental décrit (le b), d'une part en juillet sur 14 échantillons flétris prélevés au hasard dans le champ de Bayon et 6 échantillons d'apparence

normale, d'autre part en septembre de la même façon dans le champ de Xaffervillers. Nous avons réuni les résultats dans les tableaux VI et VII.

Champignons isolés	Fragments de racine et tiges-Nombre de fragments contenant des champignons				
	a	b	c	d	e
<u>Colletotrichum coccodes</u>	8	10	12	11	10
<u>Fusarium</u> sp.	3	1	1	3	3
<u>Verticillium</u> sp.	-	1	-	-	1
Divers	2	1	-	1	-

TABLEAU VI : Champignons isolés le 22 juillet 1964 sur tiges dans un champ de Pommes de terre de la variété Bintje à Bayon (M&M).

Rem : le nombre total de tiges était : 20 et de tiges flétries : 14, les lettres a, b, c; d; e, correspondent au niveau des prélèvements sur chaque tige à partir de l'extrémité de la racine principale.

Champignons isolés	Nombre de fragments contenant des champignons				
	a	b	c	d	e
<u>Colletotrichum coccodes</u>	8	9	7	5	8
<u>Fusarium</u> sp.	4	2	1	1	3
<u>Verticillium</u> sp.	2	2	2	1	3
Divers	5	6	2	4	3

TABLEAU VII : Champignons isolés le 20-9-1964 sur tiges dans un champ de Pommes de terre de la variété Bintje à Xaffervillers (Vosges)

Rem: cf. tableau VI.

Sous la rubrique "divers", nous avons rassemblé des champignons que nous avons considérés comme saprophytes; pour le Tableau VI, il s'agissait essentiellement de : Alternaria sp. Cylindrocarpon sp., et Stysanus sp. Pour le Tableau VII, le nombre des saprophytes a augmenté et les genres représentés sont différents : Trichoderma sp., Penicillium sp., et Colletotrichum dematium, fréquent sur tiges flétries de Pomme de terre et de Tomate selon CHUPP (1964).

Toutes les tiges flétries examinées en septembre portaient des acervules de C.coccodes, ce qui montre que ce champignon intervient avec certitude dans la maladie. Etant donné le nombre relativement réduit d'isolements effectués, il n'est pas possible d'affirmer cependant que C.coccodes est seul responsable des flétrissements observés, car Fusarium oxysporum Fr. et Verticillium albo-atrum Reinke et Berth. ont également été isolés. Quelques cas isolés de flétrissement dus à ces deux microorganismes ont donc pu se produire.

Il est remarquable que ces observations aient été effectuées dans deux champs où la Pomme de terre a été cultivée pendant plusieurs années consécutives, et les agriculteurs nous ont déclaré n'observer ce type de flétrissement que dans des cas rares, au cours d'années à été exceptionnellement chaud et sec. De pareilles observations ont été faites par de nombreux auteurs, et en particulier AMANN (1961).

D'après les agriculteurs, les récoltes montraient une nette baisse de rendement mais pas de pourritures élastiques attribuables à C.coccodes.

d) Données concernant la Tomate :

Nous avons fréquemment isolé C.coccodes de tiges de Tomate et de racines provenant de serres ou de champs, en particulier de plantes présentant des symptômes de "corky-rot", et il accompagnait alors le champignon responsable de cette maladie ("grey-fungus") ainsi que de fruits présentant des symptômes typiques d'anthracnose. Il nous faut signaler que nous n'avons jamais isolé Colletotrichum gloeosporioides (=C.phomoides). Le nombre relativement réduit d'isollements par ailleurs non méthodiques que nous avons effectués, ne nous permet pas de donner des résultats quantitatifs. Il s'avère toutefois que C.coccodes est plus fréquent qu'on ne le signale, les exploitants ne le connaissant pas ou très mal, car les symptômes qu'il produit, en particulier sur racines et tiges, ne sont pas typiques.

e) Données quantitatives concernant le sol :

Nous présentons les résultats de l'expérience des dilutions dans le tableau n°VIII, où sont indiqués le nombre et le genre des colonies observées, sans toutefois mentionner les colonies bactériennes toujours en nette majorité. Colletotrichum coccodes a été isolé pour les dilutions 10^{-3} et 10^{-4} .

Dans l'expérience du "gel-piège", les tomates plantées dans le sol A (sol supposé contaminé) présentaient une croissance très réduite par rapport à celles du sol témoin B. De plus quatre d'entre elles étaient flétries. Les isollements, opérés par la méthode indiquée, sur toutes les racines ont donné les résultats suivants :

Sol A : nombre total d'isolements : 25

Colletotrichum coccodes : 19

Fusarium sp. : 5

Penicillium sp. : 1

Sol B : nombre d'isolements : 5 tous négatifs (pas de lésions)

C. coccodes est donc présent dans le sol étudié et est capable d'attaquer de jeunes plantules de Tomate directement.

Colonies	Dilutions									
	10-1		10-2		10-3		10-4		10-5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<u>Fusarium</u> sp.	12	11	10	13	3	1	-	-	-	-
<u>Trichoderma</u> sp.	5	7	6	10	15	12	-	3	1	-
<u>Penicillium</u> sp.	4	8	12	11	7	13	3	3	2	-
<u>Rhizopus</u> sp.	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Aspergillus</u> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Actinomycètes	-	2	-	-	-	-	-	-	3	2
<u>Colletotrichum coccodes</u>	-	-	-	-	-	2	3	2	-	-

TABLEAU VIII : Expériences de dilution de sol.

Les chiffres 1 et 2 indiquent les numéros des répétitions effectuées.

Chapitre 1 -

B - ISOLEMENTS - MORPHOLOGIE -

1) Souches isolées -

Les études morphologiques que nous avons effectuées ont porté sur 32 souches d'origine et de provenance différentes.

Nous avons réuni les isolements dans le tableau n°IX en indiquant le numéro d'identification, les conditions d'isolement et leur origine.

N° d'iden- fication	Origine	date d'isolement	milieu d'isolement
So	Mycothèque E.N.S.A.N. n° 52 (isol. PAYEN)	7.12.54	P.D.A.
S ₁	Tige de Pomme de terre (Essey) Nancy	9.9.63	-
S ₂	Tige Pomme de terre Marly le Roi	15.10.63	-
S ₃	Tige Pomme de terre Granges (Vosges)	6.11.63	Malt
S ₁₀	Tubercule Pomme de terre Montet (Nancy)	24.10.63	P.D.A.
S ₁₁	C.B.S. collection	1957	
S ₁₂	Tubercule Pomme de terre Montet (Nancy)	10.12.63	Malt
S ₁₉	Collection CNRA. Tubercule (Bretagne)	22.9.63	P.D.A.
S ₂₀	Tige de Tomate Essey-les-Nancy	3.3.64	-
S ₂₆	Tige de Tomate Nancy	13.4.64	-

S ₂₇	Racine de Solanum dulcamara Nancy	24.4.64	P.D.A.
S ₃₁	Sol de jardin - Nancy	8.7.64	Richard- Lutzche
S ₃₅	)		
S ₃₇	)		
S ₃₈	) Tiges de Pomme de terre		
S ₃₉	)		
S ₄₀	) Bayon et Xaffervillers	Juil. 64	P.C.A.
S ₄₁	)		
S ₄₂	)		
S ₄₃	Racine de Tomate Pierre-la- Trèche (Toul)	19.10.64	-
S ₄₄	)		
S ₄₅	) Tiges Pomme de terre		
S ₄₆	) Bayon et Xaffervillers	20.10.64	-
S ₄₈	Fruits de Tomate Essey (Nancy)	26.11.64	-
S ₄₉	Tige Pomme de terre (Bayon)	2.12.64	-
S ₅₀	) Tiges Pomme de terre		
S ₅₁	) Bayon et Xaffervillers	2.12.64	-
S ₅₂	) Tiges de Pomme de terre		
S ₅₃	) Montet (Nancy)	4.12.64	-
S ₆₂	Tige de <u>Dianthus barbatus</u> Essey (Nancy)	25.2.65	Malt
S ₆₃	Collection C.R.A. Montfavit racines d'aubergines	-	-
S ₆₄	Collection C.R.A. Montfavit provenance américaine	-	-

TABLEAU IX : Origine des souches isolées de 1963 à 1965 et
utilisées dans nos expériences.

La souche S₁₁ nous a été transmise par le Docteur F. J. SCHWINN de l'Institut de Pathologie Végétale de Bonn, la souche S₁₉ par Monsieur BETTENCOURT du Centre National de Recherche Agronomique à Versailles, et les souches S₆₃ et S₆₄ par Monsieur MESSIAEN, de la Station de Pathologie Végétale de Montfavet (Vaucluse); qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de nos très sincères remerciements.

Les isoléments suivants sont des isoléments monospores S₃, S₁₀, S₁₁, S₂₇, S₃₇, S₄₈, S₆₃, S₆₄.

Comme nous avons constaté des variations sensibles dans l'aspect des cultures sur milieu gélosé des différentes souches, nous en avons entrepris une étude morphologique et biométrique.

2) Etude Morphologique des isoléments -

Cette étude a été effectuée sur les neuf milieux suivants : "P.D.A.", "P.C.A.", milieu de Richard-Lutzche, Gélose au malt, Eau gélosée filtrée, Farine de Pois chiche, Farine d'avoine, Farine de Haricot, "Czapek-Dox-Agar".

LOPRIENO (1962) a observé la variabilité des caractères culturaux de 25 isoléments monospores de Colletotrichum coccodes sur P.D.A., et a distingué six types culturaux différents, les distinctions étant basées sur la présence de mycélium aérien et sa disparition sur celle de sclérote et sur leur abondance, sur la production de spores.

A l'issue de nos expériences, nous avons pu distinguer, sur "P.D.A." les types suivants : (les souches soulignées sont des isoléments monospores) :

- Type I : Pas de sclérotés ou très peu. Mycélium immergé produisant de nombreuses conidies, jaune en masse - à la marge Mycélium aérien gris, terne, en couronne à la marge de la colonie (Fig. 1) S₁₁, S₆₄.
- Type II: Pas de sclérotés ou très peu - Mycélium aérien bien développé blanc - Sporulation peu abondante.
(Fig. 2) S₃₅.
- Type III: Peu de sclérotés - Mycélium aérien, tenu, peu développé, gris, s'étendant sur toute la surface de la colonie - Centre de la colonie de couleur plus sombre (sclérotés)
(Fig. 2) S₀, S₄₁, S₄₄, S₄₉, S₅₀, S₅₁, S₅₂, S₅₃.
- Type IV: Sclérotés peu nombreux et de grandes dimensions.
(ϕ = 200 à 300 μ) dont certains produisent des soies et des spores roses en masse (acervules) - Pas de mycélium aérien - Coloration améthyste en bordure de la colonie.
(Fig. 1) S₁₀, S₁₉, S₄₈.
- Type V : Comme IV, mais diffère par la présence de secteurs de mycélium aérien blanc, touffu, épais.
S₁₂, S₃₁, S₆₃.
- Remarque : Cette sectorisation se maintient si l'on repique les secteurs sur d'autres milieux.
- Type VI : Sclérotés nombreux, de dimensions plus réduites que IV
(ϕ = 200 μ) disposés en couronnes circulaires à la surface de la gélose alternant avec des zones uniquement mycéliennes - Mycélium aérien rare, peu de spores.
S₁, S₂, S₃, S₃₇, S₃₉, S₃₂, S₄₂, S₄₆, S₆₂.

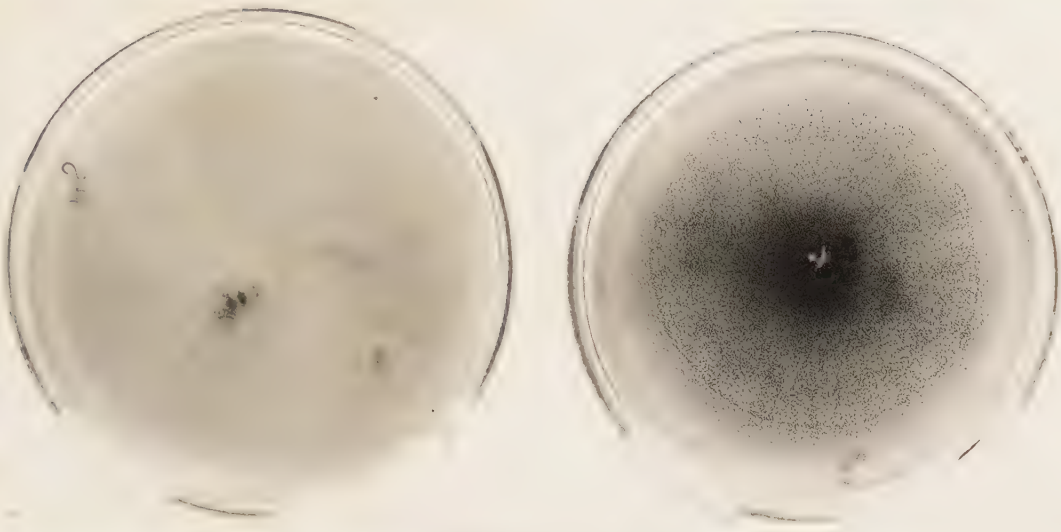


Fig. 1

Souche S₁₁ : aspect de la culture monospore sur P.D.A. (pratiquement pas de sclérote)

Souche S₁₀ : aspect de la culture monospore sur P.D.A.

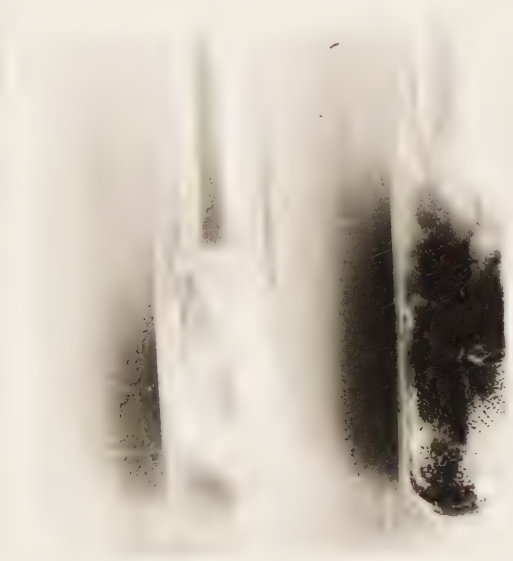


Fig. 2:

A gauche S₃₅ : mycélium aérien abondant, peu de sclérote (caractère constant sur tous les milieux étudiés)

A droite S₄₁ : sclérote très denses formant une sorte de croûte continue.

Type VII : Comme VI, mais en diffère par la présence de secteurs et d'un mycélium aérien gris très diffus à la périphérie de la colonie - Sporulation assez abondante.

S₂₀, S₂₆, S₂₇, S₄₀, S₄₃.

Les différents types morphologiques se sont montrés constants sur "P.D.A." pour les cinq expériences effectuées de 1963 à 1965 à raison de 10 répétitions par souche.

Les souches sont périodiquement repiquées sur tubercules de Pomme de terre stérilisés à l'autoclave (tous les trois mois) ou sur jeunes plantules de Tomate selon la méthode que nous décrivons dans le même chapitre : (D., 1, 2°, b) sur tiges de Pomme de terre ou de Tomate stérilisées, sur fruits de Tomate ou sur racines stérilisées de Solanum dulcamara, selon l'origine des souches, puis on les reiqua.

Mis à part quelques détails de coloration, nos types I, II, III, V, VI, et VII correspondent respectivement aux types I, II, IV, V et VI de LOPRIENO (1962), autrement dit nous avons observé les mêmes types que LOPRIENO (1962) sauf un (type III) et vice-versa (type IV).

Il faut remarquer que ce dernier n'a étudié que des souches isolées de Tomate (anthracnose des fruits). La coloration améthyste caractéristique du type IV se retrouve, en fin de végétation, sur les tiges de Pomme de terre infectées artificiellement par les souches de ce groupe. Cette coloration a déjà été signalée sur certains isolements par DICKSON (1966).

Les autres types ne présentaient pas cette particularité dans les expériences que nous avons effectuées.

Compte-tenu des observations précédentes, nous avons, par la suite, étudié le comportement de quelques représentants de chaque type sur les autres milieux de culture.

Nous avons résumé nos observations en envisageant successivement les différents types.

- Type I - (S₁₁, S₆₄)

- Sur "P.D.A.", "Richard-Lutzche", Farine de Pois chiche, Farine d'avoine, Farine de haricot : mycélium aérien diffus, sclérotés peu nombreux, petits, sporulation abondante.

- Sur Eau gélosée filtrée : sclérotés peu nombreux, mais volumineux, répartis dans toute l'épaisseur de la gélose, sporulation nulle.

- Sur "Czapeck-Dox" : mycélium aérien plus abondant, hyphes ramifiées, hyalines; sclérotés réunis en une sorte de stroma, vert-foncé.

- Type II - (S₃₅)

- Sur "P.C.A." : mycélium aérien beaucoup moins dense que sur "P.D.A." - Sclérotés de petites dimensions -

- Sur "Richard-Lutzche" et trois milieux à base de farines végétales, sclérotés peu nombreux, sporulation abondante mais spores petites.

- Sur "Gélose au malt" : aspect semblable au P.D.A., avec quelques sclérotés volumineux.

- Sur "Czapek-Dox-agar" : aspect très voisin de celui du type I.

- Type III - (So, S₅₀)

Présence sur tous les milieux de sclérotés peu nombreux, clairsemés, avec une zone mycélienne centrale fortement coloré, presque noire.

- Type IV - (S₁₀ , S₁₉)

- Sur "P.C.A." : sclérotés volumineux.

- Sur "Richard-Lutzche" : colonies d'aspect rayonnant, mycélium dense, à hyphes rayonnantes, épaisses, formant une épaisse croûte grumeleuse, crevassée, avec de nombreuses spores.

- Sur gélose au malt, et sur les milieux à base de farines : aspect observé sur P.D.A., mais sclérotés présents, volumineux à formation tardive.

- Sur "Czapek-Dox" : apparence de croûte continue de couleur sombre, avec un léger mycélium aérien gris.

- Type V - (S₁₂, S₃₁, S₆₃)

Même aspect que IV, avec présence de sectorisation.

Certains secteurs (S₁₂ et S₆₃) ont la couleur améthyste déjà signalée.

- Type VI - (S₁, S₂, S₄₆, S₆₂)

- Sur "P.C.A." et "Richard-Lutzche" : mycélium aérien gris, assez touffu, sclérotés nombreux, de petites dimensions, avec zone centrale des colonies brun-foncé.

- Sur Gélose au malt : colonie à zone centrale constituée de mycélium immergé, de couleur sombre, avec des sclérotés superficiels - mycélium aérien périphérique, gris.

- Sur eau gélosée : mycélium lâche, peu dense, tenu s'il est aérien, pas de sclérotés ou très peu.

- Sur "Czapeck-Dox" : colonies de couleur très foncée, avec des travées rayonnantes de sclérotés noirs, et un mycélium aérien ras, gris.

- Type VII - (S₂₀, S₂₇, S₄₃)

- Sur "P.C.A." : même aspect que VI, mais avec secteurs.

- Sur "Richard-Lutzche" : sclérotés formés tardivement nombreux, en couronnes circulaires et avec des secteurs.

- Sur les autres milieux : même aspect que le type VI, avec des secteurs, cependant, de mycélium aérien touffu, blanc ou jaune.

3) Etude biométrique -

Nous avons relevé les dimensions des spores et des acervules (ou sclérotés) de Colletotrichum coccodes sur certains des milieux précédents et sur substrat naturel.

a) Spores :

Les mensurations sont effectuées sur le substrat naturel, sur "P.D.A." et sur "Richard-Lutzche", nous mesurons 200 spores par souche avec trois répétitions. Nous n'indiquons (Tab. X) que l'ensemble des résultats sur substrat naturel. Sur les milieux de culture, nous pouvons résumer ainsi les caractéristiques :

- dimensions maxima :	3,0 x 23,1 μ (S ₁₁)
- macro-conidies :	3,0 x 15,1 - 23,1 μ
- microconidies :	6,3 x 11,3 μ

Les souches So, S₃ et S₅₁, forment des microconidies, de forme ovale à elliptique. Nous avons noté jusqu'à 35% de microconidies pour So.

Si une corrélation entre le type de culture et les dimensions sporales (mis à part le type IV) n'est pas évidente, il semble que les spores de grandes dimensions soient surtout la propriété des souches isolées de tubercules de Pomme de terre et de fruits de Tomate (S₁₀, S₁₁, S₁₂, S₁₉, et S₄₈).

b) Acervules et sclérotés :

Les mensurations ont été effectuées dans les mêmes conditions que pour les conidies, mais nous n'avons fait que deux répétitions. Nous avons réuni les résultats dans les tableaux XI et XII.

N° d'isole- ments	Substrat	Dimensions des conidies	Type
So	Tige de Pomme de terre	3, 1-3, 6 μ x 15, 4-19, 0 μ	III
S ₁	(infect. artificielle)	2, 7-3, 2 μ x 16, 9-18, 7 μ	VI
S ₃	"	3, 2-3, 7 μ x 16, 7-20, 5 μ	VI
S ₂	"	2, 6-3, 0 μ x 13, 9-17, 9 μ	VI
S ₁₀	Tubercule Pomme de terre	2, 8-3, 7 μ x 16, 8-22, 8 μ	IV
S ₁₁	(infect. artificielle)	3, 1-3, 4 μ x 17, 2-21, 2 μ	I
S ₁₂	"	3, 2-3, 7 μ x 16, 4-21, 0 μ	V
S ₁₉	"	3, 1-3, 6 μ x 17, 8-20, 8 μ	IV
S ₂₀	Tige de Tomate	2, 5-3, 2 μ x 17, 0-19, 6 μ	VII
S ₂₆	"	3, 2-3, 7 μ x 17, 2-20, 7 μ	VII
S ₂₇	Racine de Douce-amère	3, 3-3, 7 μ x 17, 4-21, 7 μ	VII
S ₃₁	Tige de Luzerne (sol)	3, 2-3, 8 μ x 18, 9-20, 2 μ	V
S ₃₅	Tige de Pomme de terre	3, 1-3, 5 μ x 17, 4-21, 7 μ	II
S ₃₇	"	2, 8-3, 4 μ x 16, 7-18, 9 μ	VI
S ₃₈	"	3, 1-3, 6 μ x 16, 2-19, 2 μ	VI
S ₃₉	"	3, 2-4, 1 μ x 16, 3-20, 0 μ	VI
S ₄₀	"	2, 8-3, 3 μ x 17, 1-19, 4 μ	VII
S ₄₁	"	3, 2-3, 6 μ x 14, 9-18, 9 μ	III
S ₄₂	"	2, 7-3, 3 μ x 13, 7-18, 1 μ	VI
S ₄₃	Racine de Tomate	3, 3-3, 8 μ x 17, 3-22, 0 μ	VII
S ₄₄	Tige Pomme de terre	2, 0-3, 6 μ x 16, 1-18, 8 μ	III
S ₄₅	"	2, 7-3, 2 μ x 16, 8-19, 0 μ	VII
S ₄₆	"	3, 2-3, 5 μ x 16, 7-20, 3 μ	VI
S ₄₈	Fruit de Tomate	3, 1-3, 6 μ x 16, 9-21, 3 μ	IV
S ₄₉	Tige Pomme de terre	2, 6-3, 0 μ x 16, 6-19, 2 μ	III
S ₅₀	"	3, 0-3, 4 μ x 15, 8-19, 1 μ	III

N° d'isole- ments	*Substrat	Dimensions des conidies	Type
S ₅₁	Tige de Pomme de terre	2,6-3,5 μ x 14,9-18,7 μ	III
S ₅₂	"	2,8-3,7 μ x 15,4-19,1 μ	III
S ₅₃	"	3,1-3,8 μ x 16,2-20,5 μ	III
S ₆₂	Tige de <u>Dianthus</u> <u>barbatus</u>	3,2-3,6 μ x 17,2-22,0 μ	VI

TABLEAU X : Dimensions des conidies de Colletotrichum coccodes
(Wallr.) Hughes sur substrat naturel.

N° des souches	Substrat	Diamètre des acervules	Type
So	Tige Pomme de terre	51,3 - 82,1 μ	III
S ₁	(infect. artificielle)	104,2 - 192,3 μ	VI
S ₂	"	118,1 - 200,0 μ	VI
S ₃	"	124,3 - 217,6 μ	VI
S ₁₀	Tubercule Pomme de terre	83,4 - 298,1 μ	IV
S ₁₁	(infect. artificielle)	68,5 - 301,2 μ	I
S ₁₂	"	104,1 - 293,3 μ	V
S ₁₉	"	112,3 - 264,2 μ	IV
S ₂₀	Tige de Tomate	73,8 - 185,3 μ	VII
S ₂₆	"	82,3 - 207,1 μ	VII
S ₂₇	Racine de Douce-amère	79,1 - 198,7 μ	VII
S ₃₁	Sol Tige de Luzerne	98,7 - 245,3 μ	V

n° des souches	Substrat	Diamètre des acervules	Type
S ₃₅	Tige de Pomme de terre	64,9 - 186,3 μ	II
S ₃₇	"	53,8 - 192,3 μ	VI
S ₃₈	"	67,6 - 209,5 μ	VI
S ₃₉	"	72,4 - 205,7 μ	VI
S ₄₀	"	82,8 - 212,6 μ	VII
S ₄₁	"	64,9 - 242,4 μ	III
S ₄₂	"	79,4 - 200,5 μ	VI
S ₄₃	Racine de Tomate	100,0 - 189,3 μ	VII
S ₄₄	Tige de Pomme de terre	68,9 - 107,4 μ	III
S ₄₅	"	103,2 - 209,9 μ	VII
S ₄₆	"	96,9 - 212,8 μ	VI
S ₄₈	Fruit de Tomate	87,5 - 292,7 μ	IV
S ₄₉	Tige de Pomme de terre	99,1 - 222,4 μ	III
S ₅₀	"	76,8 - 197,9 μ	III
S ₅₁	"	72,4 - 107,3 μ	III
S ₅₂	"	88,2 - 196,9 μ	III
S ₅₃	"	70,0 - 223,8 μ	III
S ₆₂	Tige de <u>Dianthus barbatus</u>	107,3 - 254,1 μ	VI

TABLEAU XI : Diamètre des acervules de Colletotrichum coccodes
(Wallr.) Hughes sur hôte.

N° des souches	Diamètre des sclérotés		Type cultural sur I
	milieu 3	milieu 6	
So	63,6 - 102,4 μ	47,2 - 68 μ	III
S ₁	138,8 - 297 μ +	110,4 - 199,6 μ	VI
S ₂	189,6 - 232 μ +	107,6 - 194 μ	VI
S ₃	169,4 - 219 μ +	100 - 185,2 μ	VI
S ₁₀	146,6 - 236,6 μ	147,2 - 220,1 μ	IV
S ₁₁	pas de sclérotés	pas de sclérotés	I
S ₁₂	117,8 - 263,8 μ	123,4 - 205,8 μ	V
S ₁₉	185,4 - 268,6 μ	145,2 - 223,6 μ	IV
S ₂₀	137,1 - 200 μ	108,1 - 193 μ	VII
S ₂₆	112,3 - 195,2 μ	101 - 187,3 μ	VII
S ₂₇	124,8 - 183,6 μ	104,3 - 192 μ	VII
S ₃₁	96,3 - 127,8 μ	107,1 - 183,7 μ	V
S ₃₅	pas de sclérotés	pas de sclérotés	VII
S ₄₀	133,1 - 206,0 μ	non mesuré	VII
S ₄₃	128,3 - 199,8 μ	non mesuré	VII
S ₄₈	150,8 - 295,2 μ	159,6 - 223,1 μ	IV
S ₅₁	64,2 - 112,3 μ	49,4 - 82,8 μ	III
S ₆₂	127,2 - 192,4 μ	112,3 - 180,0 μ	VI

+ les mesures de ces souches ont été effectuées sur 3 après passage sur tubercules non stériles.

TABLEAU XII : Diamètre des sclérotés de Colletotrichum coccodes

(Wallr.) Hughes sur milieu de "Richard-Lutzche" (3) et farine de pois chiche gélosée (6).

Sur la base des dimensions des acervules (tab. XI), une certaine variabilité des souches se manifeste en relation plus ou moins nette avec leur origine. On peut en effet les classer comme suit selon leur provenance :

- Souches provenant de tubercules et fruits :

- ϕ 68,5 - 301,2 μ types I, IV, V.

- Souches provenant de tiges de Pomme de terre :

- ϕ 51,3 - 250 μ types II, III, VI, VII.

- Souches provenant de Tomate :

- ϕ 73,8 - 207,1 μ types VII.

Les tableaux XI et XII montrent que les dimensions des sclérotés sont inférieures à celles des acervules, et que sur milieu de "Richard-Lutzche" elles sont supérieures aux valeurs obtenues sur farine de pois chiche.

D'autre part, les souches des types IV et V ont des sclérotés plus volumineux que les autres ainsi que la souche S_{48} . Sur le milieu de "Richard-Lutzche", les souches S_1 , S_2 et S_3 , ont été préalablement cultivées sur tranches de Pomme de terre non stériles, puis reisolées. Compte tenu des mensurations effectuées avant le repiquage sur tubercules, (valeurs moyennes : 123,4 - 187,1 μ) il semble que ce "passage" leur ait donné des caractères biométriques voisins de ceux des souches isolées directement de tubercules.

Chapitre I -

C - PHYSIOLOGIE -

Les études que nous avons effectuées ont porté sur la croissance des différents isolements et la vitesse de germination des conidies.

1) Croissance des souches -

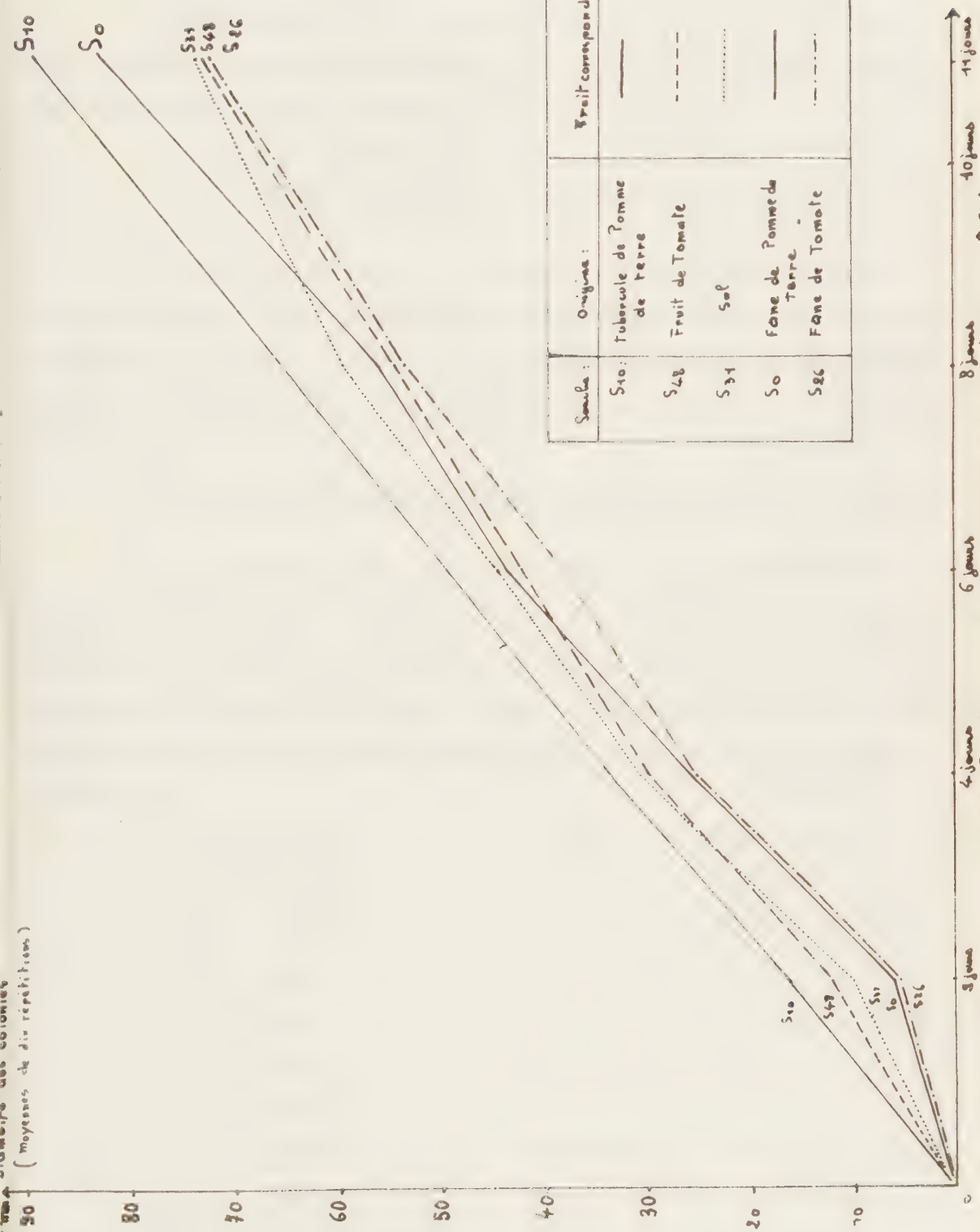
a) Méthode d'étude :

Nous utilisons les milieux suivants : "P.D.A.", "P.C.A.", et milieu de Richard-Lutzche. Le milieu est réparti en boîtes de Pétri à raison de 20 cc par boîte et de 10 boîtes par souche. Pour le premier et le troisième milieu, nous effectuons cinq répétitions. Les boîtes sontensemencées à l'aide de deux gouttes d'une suspension de spores (105 conidies par cc) déposées au centre de la boîte, celles-ci sont placées ensuite à l'étuve à 28° et à l'obscurité. Le contour des conidies était relevé chaque jour sur papier millimétré et le diamètre mesuré.

b) Résultats :

Sur "P.D.A.", il semble que la croissance soit une caractéristique individuelle de chaque souche. Une corrélation entre les types culturels et la croissance sur le milieu n'est pas évidente, ce qui correspond aux conclusions de LOPRIENO (1962). Ces remarques sont valables pour les autres milieux. Nous présentons dans la figure n°3 les courbes construites obtenues, en abscisse la durée et en ordonnée le diamètre des colonies sur P.C.A.

Volume des colonies
(moyennes de dix répétitions)



Sample	Origine	Fruit correspondant
S10	Tubercule de Pomme de terre	—
S28	Fruit de Tomate	- - -
S31	Sol	
S0	Fane de Pomme de terre	—
S26	Fane de Tomate	- - -

Figure 13 : Croissance de *Solalutritum colodae* sur P.C.A.

Les courbes et les résultats obtenus sur les deux autres milieux montrent que les souches S_{10} , S_{11} , S_{12} et S_{19} sont les plus vigoureuses et que leur croissance est la plus rapide :

(ϕ moyen sur P.D.A. après 15 jours	85mm)
(ϕ moyen des autres souches après 15 jours	80mm)

Il semble donc que les souches isolées de tubercules de Pomme de terre, tout en appartenant à des types cultureux différents, présentent un certain nombre de caractères communs tant morphologiques que physiologiques, ce que confirment les expériences suivantes.

2) Germination des conidies - Formation des appressoria -

La formation des appressoria lors de la germination des spores étant considérée comme caractéristique du genre Colletotrichum (von ARX, 1957), nous l'avons étudiée pour un certain nombre de souches représentatives des différentes origines et types morphologiques définis au paragraphe B du présent chapitre. Nous avons choisi les souches suivantes :

So	type III	Tige de Pomme de terre
S_2	type VI	"
S_{10}	type IV	Tubercule de Pomme de terre
S_{11}	type I	"
S_{12}	type V	"
S_{19}	type IV	"
S_{20}	type VII	Tige de Tomate
S_{27}	type VII	Racine de <u>Solanum dulcamara</u>
S_{31}	type V	Sol (isolement - piégeage)
S_{35}	type II	Tige de Pomme de terre.

S43	type VII	Racine de Tomate
S ₄₈	type IV	Fruit de Tomate.

a) Méthode d'étude :

La germination est effectuée en gouttes d'eau placées sur lames stériles, en chambre humide.

Les boîtes sont placées à l'étuve à 28°, température reconnue optimale pour la germination des conidies de Colletotrichum coccodes (JAKUBCZYK, 1962). Nous effectuons cinq répétitions pour chaque souche. Nous utilisons des suspensions d'environ 10⁵ spores par cc, et travaillons en conditions aseptiques.

b) Résultats :

Toutes les heures une lame est prélevée et l'on effectue le comptage de 200 spores en notant le pourcentage de spores germées/ Nous considérons comme germée toute spore dont le tube germinatif atteint la longueur de la conidie. Les ~~a~~ppressoria se forment toujours au contact du verre auquel ils adhèrent fortement (SCHMIEDEKNECHT, 1959). Ils sont fréquemment cordiformes ou de contour irréguliers avec des bords festonnés. Lorsque le tube germinatif ne rencontre pas de surface de verre, il forme une conidie secondaire qui pourra germer à son tour en donnant naissance à un ~~a~~ppressorium ou à une autre conidie. Au bout d'un certain temps, les hyphes formées s'anastomosent.

Nous avons choisi les stades 3 heures et 6 heures, d'après la germination de la souche S₁₁ pour laquelle le phénomène est le plus rapide.

Les résultats moyens des cinq répétitions sont rapportés dans le tableau XIII sous forme de pourcentage.

N° des souches	Stade 3 heures		Stade 6 heures	
	+ % spores germ.	+ % appressoria	+ % spores germées	+ % appressoria
So	8	0	23	52
S ₂	10	0	60	29
S ₁₀	38	1	80	78
S ₁₁	65	15	98	80
S ₁₂	35	2	70	50
S ₁₉	41	1	79	52
S ₂₀	0	0	1	0
S ₂₇	15	0	40	11
S ₃₁	0	0	10	0
S ₃₅	6	0	12	0
S ₄₁	10	0	24	12
S ₄₃	2	0	22	45
S ₄₈	13	0	25	12

TABLEAU XIII : Vitesse de germination (et de formation des appressoria)
des conidies des différentes souches de C. coccodes.

Nous remarquons la plus grande faculté germinative des souches S₁₀, S₁₁, S₁₂ et S₁₉ qui sont des isolements de tubercule de Pomme de terre. Les souches S₂ et S₂₇ montrent également une certaine vigueur dans la germination.

⁺REMARQUE : Les % d'appressoria sont donnés par rapport aux spores germées.

Si les autres souches sont repiquées sur tranches de Pomme de terre non stériles, et que les spores sont prélevées directement des acervules formés, on constate que les pourcentages de germination sont beaucoup plus élevés, même si cela est en partie dû au fait que les deuxièmes comptages ont été effectués au stade de 8 heures (Tableau XIV)

N° des souches	Stade 3 heures		Stade 8 heures	
	% spores germées	% appressoria	% spores germées	% appressoria
So	32	1	72	64
S ₂	39	1	87	76
S ₂₀	28	2	73	53
S ₃₁	44	8	95	80
S ₄₁	29	3	68	51
S ₄₃	56	4	96	83

TABLEAU XIV : Germination des conidies de différentes souches de C. coccodes après passage sur tranches de Pomme de terre non stériles.

On peut envisager que le milieu de culture qui précède l'expérience de germination a une influence sur celle-ci, ce que semble confirmer le fait que lorsque les souches précédentes sont repiquées sur milieu gélosé immédiatement après leur passage sur tranches de Pomme de terre non stériles et que l'on effectue l'expérience les pourcentages de germination sont voisins de ceux du Tableau XIII.

FLOYD (1965) a montré que la source d'azote utilisée par C. phomoides (= C. coccodes) influe nettement sur la virulence du champignon et on peut penser qu'il s'agit ici d'un phénomène du même ordre.

Chapitre I -

D - ESSAIS D'INFECTION ET ETUDE DU POUVOIR PATHOGENE DES SOUCHES de Colletotrichum coccodes.

LOPRIENO -1962- a publié une étude expérimentale de la variabilité des caractères culturaux et de la pathogénicité de 25 isoléments monospores de Colletotrichum coccodes . Il conclut que la virulence des souches est variable, mais qu'il n'existe pas de corrélation entre les types culturaux définis et le degré de virulence évalué sur fruits de Tomate mûrs.

Nos travaux relatifs à l'étude des caractères culturaux des souches que nous avons isolées ayant confirmé l'existence de types culturaux semblables à ceux définis par LOPRIENO, nous avons effectué une étude de la virulence de nos isoléments, mais en l'évaluant par des méthodes et sur un matériel différents.

1 - ESSAIS D'INFECTION -

Nous considérons, au cours de ces expériences, d'une part la Pomme de terre, d'autre part la Tomate.

1) Pomme de terre -

a) Tubercules :

Dans une première série d'expériences, nous cherchons une méthode d'infection des tubercules entiers, de demi-tubercules ou de tranches de tubercules.

1 - Mode expérimental -

Nous récoltons, au début d'octobre 1963, des tubercules de la variété Bintje dans un champ de la ferme du Montet (E. N. S. A. Nancy). Après nettoyage superficiel à l'eau courante, puis stérilisation externe à l'alcool, ils sont placés dans des bechers de 100 cc, dont le fond a préalablement été recouvert d'une couche de 2 cm de vermiculite fortement humectée. Nous utilisons 20 tubercules entiers, 20 demi-tubercules et 20 Tranches de tubercules d'épaisseur 1 cm environ.

Un disque est par ailleurs prélevé à l'aide d'un perce-bouchon ($\phi = 3$ mm) dans une boîte de Pétri contenant une culture de Colletotrichum coccodes (souche S₁₀) âgée de 5 à 7 jours sur gélose au malt et placé sur chaque tubercule ou portion de tubercule.

Pour chacune des séries de 20 tubercules ou portions de tubercule nous utilisons 5 témoins non infectés, placés en même temps à la température ambiante. Tous les béchers sont couverts et l'humidité est maintenue par addition d'eau chaque jour.

Après 7 jours, les différents échantillons sont examinés et sur quelques uns, l'on effectue des coupes et une coloration au violet de gentiane ammoniacal suivant la méthode décrite par ARTSCHWAGER (1927) afin de mettre éventuellement en évidence la formation de "périderme de blessure" ("wound periderm"), facteur important de résistance de la Pomme de terre aux infections parasitaires, et en particulier à Colletotrichum coccodes (SCHMIEDEKNECHT, 1960).

2 - Résultats -

Sur les tubercules, toutes les infections ont été négatives, le champignon ne parvenant pas à pénétrer à l'intérieur des tissus, même dans le cas de blessure préalable.

Dans le cas des demi-tubercules, si le champignon se développait rapidement sur la surface de coupe, il ne pénétrait pas profondément dans les tissus. La coloration d'ARTSCHWAGER montrait la présence d'un liège cicatriciel formé très rapidement et plus épais sur les tubercules infectés comparativement aux témoins./

Sur les tranches, nous avons constaté de nombreuses contaminations par des bactéries et des levures. Pour les tranches non contaminées, cependant, le champignon pénétrait dans les tissus et atteignait, après 7 jours, une profondeur moyenne d'environ 8 mm (maximum 10mm pour deux tranches traversées). Il n'y avait pratiquement que très peu de liège cicatriciel formé en comparaison des témoins.

D'après les travaux de PRIESTLEY et WOOFENDEN (1923) et ARTSCHWAGER (1927), les conditions expérimentales dans lesquelles nous avons opéré, étaient très favorables à la formation de liège cicatriciel (20-22° et humidité élevée).

TOMIYAMA et ses collaborateurs (1958 et 1959) ont d'autre part émis l'hypothèse que les transformations dans la respiration des tissus attaqués permettant une résistance à la pénétration du parasite reposent en partie sur le même processus que les transformations de la respiration résultant du tranchage des tubercules et sont dus à l'action d'un même système enzymatique (oxydase). Les résultats que nous avons obtenus sur tranche semblent en désaccord avec cette hypothèse, alors que sur demi-tubercules la formation importante de liège cicatriciel a empêché la pénétration du parasite. Cette formation de liège cicatriciel semble être variable avec les variétés de Pomme de terre (MEYER, 1934) et très influencée par différentes substances chimiques qui agissent directement sur la respiration des tissus (BEHR, 1948; LIVINGSTON, 1962),

autrement dit si la respiration est affectée, la formation de liège cicatriciel (et par la suite la résistance des tissus) est ralentie ce qui facilite la pénétration d'un microorganisme.

Il semble bien que les cas d'infection relativement fréquents observés sur les tubercules stockés, soient dus à une réduction de l'activité métabolique des tissus (températures relativement basses en particulier) (SMITH, 1961, CRAFT, 1964).

Nous pensons que pour les infections sur tranches que nous avons réalisées, il y a eu une modification de la respiration des tissus, liée au fait que celle-ci se faisait sur deux surfaces de coupe, ce qui a pu ralentir la subérisation.

En ce qui concerne les tubercules entiers, blessés, les résultats négatifs d'infection, semblent attribuables à la formation de périderme particulièrement rapide et importante.

Il est d'autre part permis de penser qu'une infection des tubercules directement à partir du sol est exclue, et que les cas d'infection naturelle observés sont dus à la pénétration de C. coccodes par une perte d'entrée naturelle (stolons, par ex.)

b) Plantes au champ :

I - Matériel - Méthodes -

Des infections sur plantes au champ sont réalisées sur le territoire de la ferme du Montet (Nancy) au lieu dit la Faisanderie. Nous utilisons des tubercules calibrés, prégermés de la variété Sirtema hâtive, qui sont plantés le 12 Mai 1964. Les infections sont pratiquées le 6 juillet lorsque les plants ont 4 à 5 tiges d'environ 30 cm de haut.

Nous utilisons deux modes d'infection avec blessure : l'inoculum est constitué soit d'une suspension de spores, soit de mycelium/.

Les suspensions de spores sont obtenues de la manière suivante : les spores sont prélevées aseptiquement par grattage superficiel d'une colonie âgée de quelques jours sur gélose à la Pomme de terre (P.D.A.) avec un pinceau fin, stérile, et mises en suspension dans l'eau distillée stérile. Les suspensions, pour les différentes souches, sont amenées à 50-100.000 conidies au mm³; puis chaque suspension est versée dans des tubes contenant de l'eau gélosée encore fluide; des tubes capillaires stériles sont plongés dans chaque suspension, de sorte que l'eau gélosée s'y solidifie. L'extrémité de ces tubes, cassée, est utilisée comme inoculum en l'enfonçant dans les tissus à la base des tiges.

Le mycelium est employé comme pour l'infection des tubercules, un disque étant placé à la base des tiges après qu'une blessure ait été faite avec une lame de rasoir.

Afin de maintenir l'humidité nécessaire au début de l'infection (SCHMIEDEKNECHT, 1956), des morceaux de coton stériles imbibés d'eau sont placés au niveau du point d'infection, maintenus en contact, et renouvelés plusieurs fois par jour pendant les cinq premiers jours. Les infections sont pratiquées sur 100 pieds, avec 10 souches (S₀, S₁, S₂, S₃, S₁₀, S₁₁, S₁₂, S₁₉, S₂₀, S₂₇), 10 pieds étant infectés avec la souche S₀ obtenue après passage de S₀ sur tubercule en tranche non stérile. Les plantes non infectées sont considérées comme témoins.

Nous avons signalé plus haut (1ère partie, A, I) les symptômes observés au cours de ces infections, symptômes qui concordent avec ceux décrits par différents auteurs. Il convient cependant de remarquer que pour quelques tiges, nous avons observé des taches d'anthracnose typiques, allongées, bordées de brun sombre et présentant une dépression centrale portant des acervules de C. coccodes. Ce symptôme a été obtenu surtout avec la souche S₁₀.

Au mois de septembre, deux mois après infection, les 110 plants infectés montraient une croissance nettement réduite par rapport aux témoins et 62 d'entre eux étaient flétris. Nous avons donné la répartition des flétrissements dans le tableau XV

n° souches	Série A (spores)	Série B (mycelium)	n° souches	Série A	Série B
S ₁₁	5/5	5/5	S ₂	4/5/	2/5
So	0/5	0/5	S ₃	2/5	0/5
S ₁₀	5/5	5/5	S ₂₀	1/5	2/5
S ₁₉	5/5	4/5	S ₂₇	2/5	1/5
S ₁₂	5/5	5/5	So	2/5	0/5
S ₁	4/5	3/5	<u>Total :</u>	35/55	27/55

TABLEAU XV Nombre de pieds présentant des symptômes de flétrissement deux mois après infection artificielle : série A : infection avec suspension de spore, série B : infection avec mycelium.

La lecture de ce tableau permet de reconnaître la pathogénicité réduite de quelques souches : So, S₃, S₂₀, S₂₇, et S'o.

Pour contrôler la présence de C. coccodes et évaluer la virulence des isoléments nous avons prélevé des échantillons au hasard parmi les tiges flétries, nous leur avons appliqué la technique d'isolement déjà décrite (Ile partie, Ch. I, A). Pour les deux séries nous avons prélevé 8 tiges témoins sur plantes non infectées.

N° des souches	Type	Nombre d'isolement sur tiges à partir du point d'infection				
		a Infect.	b A + 4 cm	c A + 8 cm	d A + 12 cm	e A + 16 cm
S ₁₁	I	C : 13	C : 10	C : 4	C : 2	C : 8
S'o	III	divers 2	C : 9 divers 1	C : 17 divers 1	C : 5	
S'o	"	divers 1	divers 3	C : 1	-	C : 3
So	"	-	-	-	-	-
S ₁₀	IV	C : 30	C : 45	C : 17	C : 9	C : 3
S ₁₉	"	C : 28 V : 16	C : 14	C : 6	C : 10 V : 5	C : 20
S ₁₂	V	C : 14	C : 6	C : 14	C : 12 F : 1	C : 3
S ₁	VI	-	-	-	-	-
S ₂	"	C : 11 F : 10	C : 3	F : 5	C : 4	C : 5 F : 14
S ₃	"	-	C : 21	C : 17 divers 1	C : 15	C : 17
S ₁₀	VII	C : 1	C : 10	-	-	-
S ₂₀	"	-	-	-	-	-
S ₂₇	"	-	-	-	-	-
Témoins		-	-	F : 1 divers 10	F : 2 divers 3	C : 1 F : 5

TABLEAU XVI : Résultats d'isoléments sur plantes flétries après infection artificielle (série A : infection avec suspension des spores)
C : Colletotrichum coccodes, F : Fusarium sp., V : Verticillium sp.
Rem. les lettres a, b, c, d, e, correspondent aux différents niveaux où ont été effectués les prélèvements sur chaque tige à partir du point d'infection (a), tous les 4 cm.

N° des souches	Type	Niveau de prélèvement sur tiges				
		a	b	c	d	e
S ₁₁	I	C : 13 F : 14	C : 7 divers 2	C : 2 divers 1	C : 3	C : 1
S ₀	III	C : 1	-	-	C : 2	-
S' ₀	"	C : 9	C : 3	C : 7	C : 2	-
S ₁₀	IV	C : 24 F : 3 V : 1	C : 25	C : 11 F : 3	C : 13	C : 2
S ₁₉	"	C : 5 divers 2	C : 10	C : 4	C : 4 F : 3	-
S ₁₂	V	C : 8 F : 4	C : 3	C : 7	C : 4	-
S ₁	VI	divers 3	C : 5	C : 1 F : 1	div. 1	C : 1
S ₂	"	C : 17	C : 4	divers 3	-	C : 2
S ₃	"	C : 10	C : 1	C : 3	-	C : 2
S ₂₀	VII	C : 2 divers 3	-	C : 1	C : 1	-
S ₂₇	"	C : 1	C : 4	-	-	C : 1 divers 1
Témoins		Div. 2	F : 3 Div. 4	F : 4 Div. 8	Div. 2	-

TABLEAU XVII : Résultats d'isolements sur plants de Pomme de Terre (var. Sirtema) flétris après infection artificielle au champ avec du mycélium (Série B) de C. coccodes

C : C. coccodes

F : Fusarium sp

V : Verticillium

Remarque : cf. Tableau XVI

Les résultats sont présentés dans les tableaux n°XII (série A) et XIII (série B). En général, le nombre de colonies de C. coccodes obtenues sur P.C.A. était plus important, pour toutes les souches, au niveau du point d'infection, mais le champignon se retrouve toujours jusqu'à une distance de 16 cm, sauf pour les souches peu virulentes.

La virulence ne coïncide pas entièrement avec la pathogénicité dans tous les cas, en particulier la souche S_3 qui est virulente (Tab.XVI) produit peu de flétrissement (Tab.XIV).

Les différences de pathogénicité et de virulence sont moins nettes pour les infections avec mycelium (série B) que pour les infections avec suspension de spores (série A).

On peut constater que les souches représentant les types cultureux I, IV et V (S_{11} , S_{10} , S_{19} , et S_{12}) sont plus virulentes que les souches S_{10} , S_3 (types IV, VI) alors que les souches S_0 (type III) et S_{20} , S_{27} (type VII) étaient peu virulentes.

Certaines souches ont une pathogénicité supérieure à leur virulence : S_1 (4/5 flétrissements) et S_{27} .

Il est possible que, dans quelques cas, les infections aient été influencées par la présence de Fusarium sp. (S_2). En résumé, les souches isolées à partir de tubercules de Pomme de terre montrent plus pathogènes que les autres, et aussi plus vigoureuses. On peut se demander comment cette vigueur accrue est liée à une pathogénicité et une virulence accrues, en particulier si la vitesse de croissance intervient (extension dans les tissus) ou le pouvoir germinatif et la rapidité de formation des appressoria (diminution du temps d'infection).

question que nous envisagerons ultérieurement. (II).

A la récolte, effectuées par la suite, les tubercules présentaient un aspect normal, mis à part le fait que la plupart des stolons restaient fixés aux tubercules, mais les rendements étaient nettement inférieurs à ceux des plants non infectés, la baisse de rendement pouvant atteindre 45 % (cf. AMANN, 1961 et 80%).

2) Tomate -

En ce qui concerne cette plante, nous avons effectué des infections sur les fruits mûrs, comme LOPRIENO -1962- et sur de très jeunes plantules. Cette dernière méthode s'est révélée la plus intéressante pour l'étude différentielle du pouvoir pathogène de nos souches.

a) Essais d'infections sur fruits :

1) Matériel et Méthode :

Pour les infections, nous utilisons la variété "Blondköpfchen", bien adaptée à nos expériences, du fait de la taille réduite des fruits et de leur grand nombre par pied. Ces tomates sont récoltées au Jardin Botanique de la Ville de Nancy. Pour les infections, les suspensions de spores sont préparées comme précédemment (Ier, b) avec les souches suivantes : So, S₂, S₁₀, S₁₁, S₁₂, S₃₅, S₄₃, S₄₈.

Pour chaque souche, 5 tomates sont infectées à l'aide de deux gouttes de suspension par fruit non blessé en deux endroits différents. (20 points d'infection par souche).

2) Résultats :

Après huit jours, on relève la présence de taches d'anthraxose. Les résultats obtenus ont été les suivants pour 20 infections par souche :

S ₁₁	:	20 taches d'anthracnose	
S ₁₀	:	18	" "
S ₁₂	:	17	" "
S ₄₈	:	15	" "
So	:	13	" "
S ₂	:	8	" "
S ₄₃	:	5	" "
S ₃₅	:	néant	
Témoins néant			

La pathogénicité la plus élevée s'est manifestée pour S₁₁, S₁₀, S₁₂, S₄₈, So, alors qu'elle était faible pour S₂ et S₄₃ et nulle pour S₃₅. La souche So qui paraît inactive sur Pomme de terre, semble assez virulente sur fruit de Tomate, tandis que la virulence de S₂ est moyenne sur les deux hôtes.

b) Infections sur plantules au laboratoire -

1) Mode expérimental :

La méthode employée est la suivante :

D'une part, des graines de Tomate de la variété Mendel, sont stérilisées superficiellement à l'aide d'une solution de chlorure de chaux (50g/l) et mises en germination en boîtes de Pétri stériles dont le fond est recouvert de papier stérile très humecté, l'ensemble étant placé sous des lampes à fluorescence (type : lumière du jour).

D'autre part, des boîtes de Pétri contenant un milieu gélosé (P.C.A.) sont ensemencées avec des suspensions de spores des souches à étudier.

Après quelques jours, les jeunes plantules de Tomate sont transportées en bordure des colonies mycéliennes développées, et l'ensemble est laissé à la température ambiante, à la lumière.

Après 10 jours, les plantules sont examinées et le développement des pourritures éventuelles mesuré. Dans quelques boîtes témoins, des plantules sont placées sur le milieu de culture gélosé non ensemencé.

2) Résultats :

Les études ont porté sur la souche S_{19} et les 8 souches précédemment étudiées (a), à raison de cinq boîtes par souche et 7 plantules par boîte.

Très rapidement, les racines et radicelles étaient attaquées par le champignon et présentaient des taches brunes, plus ou moins grandes suivant les souches et dont la dimension était relevée au bout de 10 jours.

Nous avons obtenu les chiffres suivants moyens (35 plantules):

S_{11}	: 9,8 mm $\pm$	0,3
S_{10}	: 10,1 mm $\pm$	0,4
S_{12}	: 7,4 mm $\pm$	0,6
S_{19}	: 8,5 mm $\pm$	0,1
S_{48}	: 6,6 mm $\pm$	0,6
S_0	: 3,2 mm $\pm$	0,5
S_2	: 3,7 mm $\pm$	1,2

$S_{43} : 4,1 \text{ mm} \pm 0,2$

$S_{35} : 3,6 \text{ mm} \pm 0,8$

On peut en déduire que les souches isolées de tubercules de Pomme de terre sont également les plus virulentes sur Tomate. Au bout de 15 jours, les racines étaient complètement détruites et les cotylédons flétris pour les souches S_{11} et S_{19} .

D'autre part, des acervules du champignon étaient formés en abondance sur les racines et les cotylédons, et les zones des colonies mycéliennes voisines des racines et radicules produisaient des acervules et des spores en masses abondantes. On peut penser que les racines stimulent la sporulation du champignon et accélèrent la transition de la forme sclérote à la forme acervule et il est probable que ce phénomène joue un rôle important dans les infections naturelles.

Aucun des témoins ne présentait de nécrose et ils se développaient normalement.

Si l'on compare les résultats de la première et de la seconde méthode, on pourrait classer, par ordre de virulence décroissante, les souches utilisées, de la manière suivante :

1ère Méthode : $S_{11} \geq S_{10} \geq S_{12} \geq S_{48} \geq S_0$ souches virulentes (fruits)

$\geq S_2 \geq S_{43} \geq S_{35}$: souches peu ou pas virulentes

2ème Méthode : $S_{10} \geq S_{11} \geq S_{19} \geq S_{12} \geq S_{48}$ souches virulentes

$\geq S_{43} \geq S_{35} = S_2 = S_0$ Souches peu virulentes.

Si l'on considère les résultats obtenus sur Pomme de terre, on obtient de la même façon le classement suivant :

$$S_{11} = S_{10} = S_{12} = S_{19} > S_1 = S_2 = S_{20} = S_{27} > S_3 > S_0$$

Nous avons effectué des expériences semblables avec quelques échantillons de graines de Cannabis sativa, Datura stramonium et Capsicum annum avec les souches S_{11} et S_2 . Les résultats obtenus ont été semblables, d'une façon générale, pour les cinq hôtes étudiés, ce sont les mêmes souches qui sont virulentes. Si, comme nous l'avons dit, elles n'ont pas le même type de colonies sur différents milieux, elles possèdent cependant des caractères communs, à savoir une vigueur plus grande dans la croissance, la germination des conidies et la formation des appressoria, et la même origine (tubercules de Pomme de terre). Nous avons pensé que ces caractères de vigueur accrue, et en particulier la vitesse de formation des appressoria influait directement sur la virulence, ce qui nous a conduit à l'expérience suivante .

Si l'on considère, sur Pomme de terre, les résultats obtenus pour S_0 , on peut penser que les souches cultivées sur substrat naturel (tranches de Pomme de terre ou plantules de Tomate non stériles) germent plus vite que les mêmes souches cultivées sur milieu gélosé et que leur "passage" sur le substrat naturel augmente, dans une certaine mesure, leur pathogénicité. Les conclusions de FLOYD (1965) sur l'influence des sources d'azote antérieures sur la virulence de C. phomoides (= C. coccodes), sont à rapprocher de nos résultats.

Il ne semble pas qu'il y ait une spécificité raciale des souches de C. coccodes que nous avons étudiées ici. Les expériences

précédentes tendent cependant à renforcer l'hypothèse de l'existence de races biologiques de C. coccodes (SCHMIEDEKNECHT, 1956) et également à expliquer en partie les résultats d'infection très variables rapportés dans la littérature et les controverses sur la pathogénicité du champignon. Nous avons pu mettre en évidence l'existence de races virulentes et de races non virulentes de C. coccodes.

II - RELATION ENTRE VIRULENCE ET VITESSE DE FORMATION des APPRESSORIA -

1) Méthode d'étude -

Dans une terre contenant 50% de terreau et 50% de terre franche, répartie dans des plaques multipots, des plantules de deux variétés de Tomate sont plantées, après avoir été trempées pendant un temps donné dans une suspension de spores de la souche S_{11} , avec ou sans blessure préalable des racines. Nous utilisons pour chaque variété, 30 plantules. Elles sont trempées avec ou sans blessure, pendant 0, 3 et 6 heures dans une suspension de spores de la souche S_{11} , tandis que les 10 témoins sont trempés dans l'eau (chl).

Avant d'être plantées, toutes les plantules sont rincées à l'eau stérile. Dans chaque traitement, nous utilisons 5 plantules blessées et 5 non blessées par variété. Les deux variétés sont Fournaise Vilmorin (hybride F₁) et une variété allemande : Lukullus (Heidelberg) comme sensible. Au début de l'expérience, à trois reprises les plaques sont arrosées avec le milieu neutre de ZINZADZE (1932) et sont placées sous les lampes à éclairage fluorescent.

2) Résultats :

Après 14 jours, les plantes furent examinées, et leur hauteur au dessus de la terre mesurée.

Le trop faible nombre d'échantillons n'a pas permis une évaluation statistique des résultats, mais nous avons constaté la diminution de croissance nette des plantules des deux variétés qui ont subi le traitement de 6h et en particulier dans le cas de blessure préalable.

Les plantules ayant subi une blessure, étaient d'une façon générale moins développées que les autres, et en particulier que les témoins. Dans le seul cas du stade 6 heures, des isollements effectués à partir des racines ont donné dans pour les deux variétés blessées ou non blessées des colonies de C. coccodes sur P.C.A.

Si l'on considère les expériences de germination du paragraphe précédent (C, 2°), on constate que le stade 6 heures pour la souche S₁₁ est celui pour lequel plus de 95 % des spores sont germées en suspension dans l'eau et avec un pourcentage élevé d'appressoria. Ceci semble suggérer une relation entre la vitesse de formation des appressoria et la virulence des souches, encore que des expériences supplémentaires soient nécessaires pour le montrer.

En conclusion de ce chapitre, nous pensons avoir mis en évidence les faits suivants :

- Il existe des races biologiques de Colletotrichum coccodes encore que la conception de "race" doive être considérée d'une façon très large et avec des limites très fluctuantes.

- Il n'est pas possible de définir ces races d'après les seuls critères morphologiques et biométriques, ni de mettre en évidence une spécificité raciale.

- Mais, dans le cas particulier des souches isolées sur tubercules de Pomme de terre, ces isolements se montrent les plus vigoureux, au sens large du terme (dimensions, croissance, vitesse de germination et de formation des appressoria) et les plus agressifs à la fois sur la Pomme de terre et sur la Tomate.

- Enfin, il est possible qu'il existe une relation directe entre la virulence et la vitesse de germination des conidies et surtout de formation des appressoria.

Ile Partie -

Chapitre II :

ETUDE DE LA SENSIBILITE DE QUELQUES
VARIETES DE TOMATE A L'ATTAQUE DE
Colletotrichum coccodes -

Les seuls travaux concernant , à notre connaissance, ce sujet, ont été effectués par WILSON et RUNNELS (1949), mais ne concernent que des variétés américaines pour un certain nombre desquelles les auteurs ont constaté une résistance manifeste à l'anthracnose des fruits. Nous avons essayé d'apporter des indications sur la sensibilité ou la résistance de quelques variétés françaises utilisées couramment en Lorraine et de quelques variétés étrangères.

A - VARIETES SENSIBLES ET VARIETES RESISTANTES -

1) Matériel utilisé :

Nous effectuons les infections avec la souche S₁₁ qui présente une pathogénicité élevée et sporule facilement et abondamment.

Les variétés de Tomate utilisées étaient les suivantes :

- | | | |
|---------------------------|------------|------------------------|
| - Fournaise (Hybride Ft.) | provenance | VILMORIN n°44.619 |
| - Marglobe | " | JOB (Nancy)n° 30.405 |
| - Merveille des Marchés | " | Jardin Botanique Nancy |
| - Naine Canadienne Mendel | " | RIVOIRE (Lyon) |
| - Reine des hâtives | " | JOB (Nancy) n° 30.510 |
| - Rouge Grosse | " | JOB (Nancy) n° 30.250 |

- Super Marmande	"	VILMORIN n°44.359
- Trophy	"	JOB (Nancy) n°30.647

Variétés étrangères :

- Blondköpfchen		(Jardin Botanique Nancy
- Lukullus		(Jardin Botanique Heidelberg
		(Variétés allemandes.
- Temnokrasnye	n°1 +	)
- Brekodey	n°2	)
- Zarevo 109	n°3	)Variétés usuelles d'U.R.S.S.

+ Nous désignerons par la suite cestrois variétés
sous le numéro correspondant.

II) Méthodes d'étude :

II) Infections sur plantes au laboratoire :

Après semis en couches chaudes au Jardin Botanique de Nancy, les plantules sont repiquées au stade "deux à trois feuilles" dans des pots "Fertil" contenant un sol composé pour 1/2 de terreau et 1/2 de terre franche (provenance Jardin Botanique) tamisée, et mélangé avec des fragments de Luzerne stériles infectés 10 à 15 jours auparavant avec une suspension de spores de Colletotrichum coccodes (S_{11}) (20000 à 80000 spores par cc.) . 5 fragments de 10 cm, réduits en morceaux, sont placés dans chaque pot. Nous utilisons 10 pots par variétés avec Luzerne et 5 sans inoculum et effectuons deux répétitions. Les plantes sont arrosées deux fois par semaine à l'aide de la solution nutritive neutre de ZINZADZE (1932) à raison de 20 cc par pot, et placées sous les lampes à fluorescence.

Des observations sont effectuées dix à quinze jours après infection et des isollements sont pratiqués sur les plantes attaquées selon la méthode précédemment décrite. (Ch. I, D).

2) Infections sur plantules au laboratoire :

Nous utilisons la méthode déjà décrite dans le chapitre 1, (D, 2e, b) avec les graines des variétés précitées. Le développement éventuel des nécroses sur les racines des plantules est mesuré après deux, quatre, huit et dix jours.

III) Résultats

1) Infections sur plantes

Les plantes attaquées présentaient, après dix jours, des symptômes nets : réduction de croissance sensible par rapport aux témoins, dimensions et nombre de feuilles réduits, feuillage chlorotique et nécrose sur les racines. D'autre part, la défoliation inévitable du fait de l'exposition prolongée aux lampes à fluorescence était nettement plus intense sur les plantes attaquées. YOUNKING et DINOCK (1944) ont d'ailleurs signalé une infection sur feuilles de Tomate par Colletotrichum phomoides (= C. coccodes), qui conduisait à une défoliation prématurée des plantes attaquées. Des différences sensibles ont été constatées entre les réactions des différentes variétés. Nous avons pris comme critère de comparaison le diamètre des tiges relevé à la base, au niveau du sol après dix jours. Les résultats sont réunis dans le tableau XVIII.

Variétés	Diamètre des tiges infectées (moyenne de deux répétitions en mm)	Diamètre des tiges témoins en mm
Reine des hâtives	3, 5	3, 4
Marglobe	2, 8	2, 9
N° 3	2, 8	3, 1
Merveille des Marchés	3, 1	3, 3
Fournaise	2, 3	3, 5
Super-Marmande	3, 1	3, 5
Naine Mendel	2, 1	3, 2
N° 1	3, 0	3, 2
N° 2	3, 1	3, 3
Rouge Grosse	1, 8	3, 3
Trophy	1, 6	2, 9
Blondköpfchen	2, 3	3, 4
Lukullus	2, 4	3, 3
	${}^+ E \leq 0, 21 \text{ mm}$	$E \quad 0, 23 \text{ mm}$

TABLEAU XVIII : Influence de C. coccodes sur la croissance de plantules de Tomate infectées artificiellement dans les conditions de laboratoire.

La lecture de ce tableau indique que certaines variétés présentent une nette réduction de croissance, à savoir : Fournaise, Mendel, Rouge Grosse, Trophy, Blondköpfchen, Lukullus.

+ REMARQUE, : E représentel'écart type maximum.

Les isollements effectués sur des échantillons de racines de ces variétés ont donné des cultures de C. coccodes sur P.C.A., alors que pour les autres variétés nous n'en avons obtenu que dans deux cas (n° 2 : 1 colonie sur 4 isollements, n° 3 : 4 colonies sur 4 isollements) et pas pour les variétés Marglobe, Merveille des Marchés, Reine de hâtives, Super Marmande, n° 1, qui ne montraient pas par ailleurs les symptômes déjà décrits.

2) Infections sur jeunes plantules :

Les racines mises en présence du mycelium du champignon sont rapidement attaquées au niveau de la surface de la gélose et brunissent, tandis que les racines des témoins se développent plus rapidement à l'intérieur du milieu gélosé, sans que les plantules semblent souffrir des conditions cependant particulières où elles sont placées.

Nous avons effectué des mesures sur 35 plantules par variété (5 boîtes de 7 plantules) au bout de huit jours. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Variété	Dimensions nécroses (moyennes pondérées)	Témoins
Reine des hâtives	2,6 mm $\pm$ 0,42	Pas de pourriture
Marglobe	6,85 mm $\pm$ 0,40	
N° 3	6,7 mm $\pm$ 0,18	
Merveille des Marchés	5,8 mm $\pm$ 0,27	
Fournaise	9,8 mm $\pm$ 0,31	
Super Marmande	8,8 mm $\pm$ 0,35	
Naine Mendel	12,0 mm $\pm$ 0,19	

N° 1	12,3 mm	+	0,31	Pas de pourriture
N° 2	15,6 mm	+	0,43	
Rouge Grosse	14,2 mm	+	0,30	
Trophy	15,75mm	+	0,28	
Blendköpfchen	13,2 mm	+	0,33	
Lukullus	11,8 mm	+	0,29	

Après 17 jours, pour les variétés Mendel, Rouge Grosse, Trophy, Blendköpfchen et n° 1 et 2, les racines étaient complètement détruites et les tissus couverts d'acervules murs de C. coccodes, alors que les autres variétés avaient des racines moins atteintes.

En se basant sur les résultats des deux séries d'expériences, nous pensons qu'il est possible de classer les différentes variétés selon leur sensibilité, dans la mesure où le fait qu'elle ait été étudiée sur des plantules puisse être considéré comme significatif:

- Variétés résistantes : Reine des hâtives, Merveille des Marchés, Marglobe.
- Variétés demi-sensibles : Fournaise, Super Marmande, n° 3.
- Variétés sensibles : Naine Mendel, Trophy, Rouge Grosse, Blendköpfchen, Lukullus n° 1 et n° 2.

B - ETUDE DE L'INFLUENCE DES EXTRAITS D'ORGANES DE
DIFFERENTES VARIETES SUR LA GERMINATION DES CONIDIES
ET LA FORMATION DES APPRESSORIA DE COLLETOTRICHUM
COCCODES -

Nous avons précédemment essayé (Ch. 1, D) de montrer l'importance que peut avoir la vitesse de germination et la rapidité de formation des appressoria sur la pathogénicité des souches de Colletotrichum coccodes, et il était logique de penser que la résistance ou la sensibilité des variétés de Tomate à l'attaque du champignon était la manifestation de mécanismes physiologiques ou biochimiques, et en particulier de substances toxiques soit "préformées", soit plutôt accumulées en réponse à l'attaque du parasite, ainsi que le pensent de nombreux auteurs pour de nombreuses plantes et les parasites correspondants (cf. pour la littérature à ce sujet, MANGENOT 1963), ces substances pouvant entraver ou non la germination des conidies ou la formation des appressoria, donc la pénétration du parasite dans les tissus de l'hôte. Bien qu'une infection foliaire n'ait été signalée que par YOUNKING et DIMOCK (1944) et PANTIDOU et SCHROEDER (1955), nous avons effectué des expériences à partir d'extraits de feuilles, de tiges et de racines des dix variétés de Tomate : Fournaise, Marglobe, Naine Mendel, Reine des hâtives, Rouge Grosse, Super Marmande, Trophy, n°1, 2 et 3.

1 - Mode expérimental -

Pour les feuilles les prélèvements sont effectués sur des plantules de 15 à 20 jours (stade 3-4 feuilles) cultivées en serre, et les extraits préparés de deux façons.

1) Extraits à l'eau chloroformée :

Nous utilisons la méthode décrite par MANGENOT (1963) : des feuilles fraîches et saines, lavées, sommairement égouttées, sont débarassées de leur pétiole, pesées et introduites dans des bechers de 50 ml en évitant de les léser. On ajoute deux fois leur poids d'eau saturée de chloroforme et on place les bechers dans un exsiccateur contenant quelques ml d'une solution alcaline de pyrogallol. Nous laissons le tout 36 heures au réfrigérateur à + 4° C.

Ensuite, le jus obtenu est exprimé, filtré sur membrane millipore, et réparti aseptiquement à raison de deux gouttes sur des lames placées en chambre humide. On ajoute alors la suspension de spores (S_{11}), à raison de une goutte par lame, et l'on place l'ensemble à l'étuve réglée à 26-28° et à l'obscurité.

Pour chaque variété, nous utilisons 10 lames, auxquelles nous adjoignons à chaque fois 2 lames témoins, l'une portant le jus seul (afin de vérifier les contaminations éventuelles), l'autre la suspension de spores dans deux gouttes d'eau stérile.

2) Extraits par broyage :

Les feuilles prélevées sont broyées dans un mortier (récolte de 20 plantules par variété) et le jus obtenu est filtré grossièrement pour le débarasser des fragments de tissus. Le liquide obtenu est utilisé soit directement après filtration non stérile, soit stérilisé par filtration à l'aide du "micro Syringe Filter Holder Millipore" muni de filtres du type G.S. (ϕ des pores : 0,22 μ). Les extraits de racines et de tiges sont effectués de la même manière et dans les mêmes conditions (broyage).

II - Résultats -

Nous avons compté 100 spores sur chacune des dix lames au centre des gouttes, afin d'avoir un échantillonnage comparable, le volume des gouttes étant identique - (1000 spores par variété).

Les chiffres obtenus sont réunis dans trois tableaux successifs (XIX à XXI), où nous n'avons considéré que le stade 6 heures.

1) Extraits de feuilles :

Dans toutes les expériences dont les résultats suivent, nous avons considéré comme germée, toute spore dont le tube germinatif atteignait ou dépassait la longueur de la conidie.

Variétés utilisées	Extrait à l'eau chloroformée		Extrait par broyage stérile		Extrait par broyage non stérile	
	% spores germées	% appres- soria	% spores germées	% appres- soria	% spores germées	% appres- soria
Reine des hâtives	97	3	90	4	100	0
Marglobe	100	7	80	0	5	0
N°3(U.R.S.S.)	100	14	40	2	30	0
Fournaise	99	30	-	-	0	0
Super Marmande	100	24	89	3	Illisible	
Naine Mendel	100	54	88	14	Illisible (bactéries)	
n°1 (U.R.S.S.)	100	70	-	-	80	2
n°2 (U.R.S.S.)	98	200	100	12	85	25
Rouge Grosse	98	62	100	9	72	0
Trophy	100	73	90	18	85	10
Témoins (eau)	98	77	100	80	100	40

TABLEAU XIX : Influence de divers extraits de feuilles de différentes variétés de Tomate sur la germination et la formation des appressoria de C. coccodes (moyennes de 10 répétitions).

La meilleure corrélation (Tab. XIX) est obtenue pour l'extrait chloroformé, où les différences de pourcentage de formation des appressoria sont plus nettes; le même extrait semble plus favorable à la germination (pourcentages élevés) que les suc obtenus par broyage.

Les extraits par broyage non stériles donnent des résultats douteux, probablement par suite des contaminations. Les extraits par broyage stériles donnent des résultats moins nets que les extraits chloroformés. Pour ces derniers, pour les variétés que nous considérons comme résistantes, le pourcentage de formation des appressoria est inférieur à 15 %, alors qu'il est supérieur à 50 % pour les variétés sensibles, et qu'il est voisin de 20-25 % pour les variétés demi-sensibles. Pour les extraits, les différences vont de 2 à 18 % et sont moins nettes.

2) Extraits de tige :

Le tableau XX montre les pourcentages obtenus avec les extraits.

La corrélation obtenue avec la sensibilité des plantes n'est pas bonne, et les distinctions sont moins nettes entre variétés sensibles et variétés résistantes, les pourcentages de formation des appressoria étant inférieurs à 20 % pour ces dernières et supérieur à 50 % pour les premières (jusqu'à 72 % pour Trohpy) ; la même remarque que précédemment s'empose pour les jus non stériles.

Variétés utilisées	Extraits par broyage stérile		Extrait par broyage non stérile	
	Sp. germées %	appressoria %	sp germées %	appressoria %
Reine des hâtives	30	10	15	3
Marglobe	100	9	100	18
n° 3	100	20	0	0
Fournaise	100	28	non relevés	
Super Marmande	100	18	100	15
Naine C. Mendel	100	29	94	84
n° 1	45	8	illisible (bactéries)	
n° 2	75	21	non	relevés
Rouge Grosse	100	36	72	34
Trophy	100	72	80	51
Témoins (eau)	100	81	100 eau non stérile	45

TABLERAU XX :

Influence des extraits de Tiges de différentes variétés de Tomate sur la germination et la formation des appressoria de C. coccodes (moyenne de 10 répétitions : 1000 spores)

3) Extraits de racines :

Nous avons présenté les résultats obtenus comme précédemment dans le tableau XXI.

Variétés utilisées	Extraits par broyage stériles		Extraits par broyage non stériles	
	% sp germées	% appressoria	% sp germées	% appressoria
Reine des hâtives	32	0	10	0
Marglobe	11	0	9	0
n°3	29	7	12	1
Fournaise	75	22	illisible	
Super Marmande	81	19	illisible	
Naine C. Mendel	88	28	non relevé	
n°1	46	27	non relevé	
n°2	73	47	13	0
Rouge Grosse	28	17	32	20
Trophy	56	18	non relevé	
Témoins (eau)	183	76	100	58

TABLEAU XXI :

Influence des extraits de racines de différentes variétés de Tomate sur la germination et la formation des appressoria de Colletotrichum coccodes.

Dans le tableau XXI il se dégage une assez bonne corrélation pour les variétés sensibles et résistantes ; pour les premières, en effet, le pourcentage de germination est en moyenne de 50 % et pour la formation des *appressoria* $> 17\%$, alors que pour les secondes les pourcentages sont respectivement $\leq 32\%$ et $\leq 7\%$. Toutefois, il ne semble pas y avoir de différences nettes entre les extraits de variétés demi-sensibles et les variétés sensibles. Il arrive aussi que l'extrait d'une variété sensible soit défavorable à la germination (Rouge Grosse) autant que celui d'une variété résistante (Reine des hâtives), mais la variété sensible est toujours plus favorable à la formation d'*appressoria*.

D'une façon générale, si l'on compare les résultats des trois séries d'expériences, les extraits de tige sont les plus favorables à la germination, les extraits de feuille ayant une influence équivalente à celle des extraits de racine, mais pouvant parfois être beaucoup plus favorables.

Au total, on peut discerner une assez bonne concordance entre les extraits des trois organes, mais les résultats les plus significatifs ayant permis les meilleures comparaisons, sont ceux obtenus avec les extraits à l'eau chloroformée. Il est remarquable que les extraits n'agissent pratiquement pas sur la germination des conidies, mais beaucoup sur la formation des *appressoria*.

Il semble que l'on puisse distinguer les variétés de Tomate que nous avons étudiées de la manière suivante, d'après les expériences rapportées dans le chapitre II :

<u>Variétés résistantes :</u>	<u>Action sur la formation des appressoria</u>
Reine des hâtives	nettement défavorable
Marglobe	"
Merveille des Marchés	non étudiée

Variétés moyennement sensibles :

n° 3	défavorable
Super Marmande	défavorable

Variétés sensibles :

Naine C. Mendel	assez favorable
Blendköpfchen	non étudiée
Lukullus	non étudiée
Rouge Grosse	Favorable
Trophy	favorable

Les variétés Fournaise, n° 1 et 2 sont indéterminées, peut être parce que la sensibilité ne se manifeste pas également suivant les tests ou parce qu'elle diffère chez les plantules et les jeunes plantes ayant développé leurs premières feuilles.

Il semblerait cependant qu'il y ait une relation entre l'influence des extraits de plantes et leur action sur la germination des appressoria, sinon sur la germination des conidies, et la sensibilité ou la résistance des variétés étudiées. D'autre part, une macération aqueuse de quelques heures donne des résultats plus significatifs que le broyage, vraisemblablement parce qu'elle permet la libération des substances inhibitrices qui n'existent peut être pas préformées dans les tissus sains.

Chapitre III -

FORMATION DES APPRESSORIA

Dans la première partie de ce travail, nous avons déjà rapporté (ch. B) les opinions contradictoires émises sur la nature des appressoria par différents auteurs, et en particulier la mise au point de SCHMIDDEK-NECHT (1959). Il en résulte que Colletotrichum coccodes est capable de former , à la fois des chlamydospores et des appressoria, qui sont morphologiquement au moins, différents. Il faut remarquer que cette propriété est le fait d'un certain nombre d'autres espèces de genre Colletotrichum/

HASSELBRING (1906), a montré que les appressoria ne sont pas adaptés à autre chose qu'à la pénétration et ne peuvent être considérés comme des spores durables. Nous avons essayé d'apporter quelques indications sur la nature de ces organes de pénétration et leur formation.

1) Influence de facteurs physiologiques :

Le chapitre précédent réunit les résultats d'expériences qui tendent à montrer que les extraits d'hôte favorisent plus ou moins la formation des appressoria et nous avons émis l'hypothèse d'une relation entre la résistance de certaines variétés de Tomate et leur influence sur la formation des appressoria.

Il semble résulter de ces expériences, que les organes de pénétration ne soient pas formés dans des conditions défavorables.

Avec le dispositif expérimental déjà décrit (ch. II,) nous avons étudié l'influence de divers sucres sur la vitesse de formation des appressoria sur lames et en chambre humide. Nous avons utilisé des solutions à 1/1000 de saccharose, lactose, mannose, fructose, galactose, et levulose, et comme témoins, de l'eau stérile et un extrait de racine de la variété de Tomate Trophy.

Après cinq heures, dans tous les cas 100% des spores étaient germées; pour l'eau et l'extrait de la variété Trophy, 83 % et 90 % des spores respectivement avaient formé des appressoria, alors que le pourcentage était de 98 environ et 100 % pour saccharose, galactose et levulose.

D'autre part, les appressoria formés dans les solutions des sucres, avaient des bords très festonnés par rapport à ceux formés dans l'eau stérile ou l'extrait de Tomate, ce qui doit être attribué vraisemblablement à des différences de pression osmotique.

On peut penser que les appressoria sont formés dans des conditions favorables pour le champignon : humidité, substances nutritives, stimulus de l'hôte.

2) Durée des appressoria :

Il semble donc que ces organes ne soient pas des organes de résistance. Afin de le vérifier, nous avons effectué quelques expériences.

D'une part, des lames de verre portant des appressoria obtenus comme précédemment en chambre humide, sont placées sous un fort courant d'eau. Après 2, 5, 12 et 24 heures, les lames sont prélevées,

colorées au bleu Coton, et examinées au microscope.

D'autre part, des lames identiques sont conservées (stérilement) à la température du laboratoire, et parallèlement placées dans le sol d'un champ de la ferme du Montet pendant deux mois. Chaque semaine, des échantillons sont prélevés, et l'on place sur ces lames un jus de Tomate ou de Pomme de terre non stérile, ou un carré de "Potato carotte agar".

Dans le premier cas, après 24 heures, les lames portaient encore des *appressoria*, malgré le courant d'eau puissant.

Pour la deuxième série, les lames conservées au laboratoire donnaient, après deux mois, des cultures de C. coccodes sur les carrés de milieu gélosé, et un mycelium lâche en jus de plante, tandis que les lames placées dans le sol, donnaient des résultats beaucoup moins nets (10% seulement des lames ont donné des cultures de C. coccodes).

Il semble donc que si les *appressoria* ne sont pas des chlamydo-spores, ils présentent une certaine résistance et des caractères de spores durables, ce qui pourrait expliquer les erreurs imputées à certains auteurs par SCHMIEDEKNECHT (1959).

Chapitre IV -

REMARQUES SUR LA CONSERVATION DU CHAMPIGNON -

Après les travaux très convaincants de GEMEINHARDT (1957) et SCHMIEDEKNECHT (1956), il semble impossible de considérer Colletotrichum coccodes comme un champignon du sol, pouvant produire une attaque directement à partir de lui.

Il semble beaucoup plus probable que l'infection se fasse à partir de débris végétaux, partant des sclérotas du parasite qui évoluent en acervules sporifères dans des conditions favorables, et que ce matériel végétal contaminé constitue un réservoir infectieux accumulé, surtout en monoculture. C'est ce que HOFFMANN (1959) a montré pour l'anthracnose du Chanvre, dont C. coccodes est l'agent responsable.

Nous avons essayé d'apporter quelques indications pour le cas de la Pomme de terre et de la Tomate.

1) Transmission par les semences :

a) Mode expérimental :

L'étude est effectuée à partir de graines des dix variétés de Tomate déjà étudiées précédemment.

Nous utilisons 25 graines par variété de la manière suivante :
- 10 graines sont stérilisées superficiellement à l'aide d'une solution à 1/1000 de chlorure mercurique, puis rincées 2 fois à l'eau stérile.

- 5 graines sont stérilisées à l'aide d'une solution de chlorure de calcium.
- 10 graines sont utilisées directement.

Nous répartissons ces différentes graines dans des boîtes de Pétri contenant 20 cc de P.C.A., à raison de cinq graines par boîte.

b) Résultats :

Nous n'avons obtenu dans aucun des cas une culture de Colletotrichum coccodes. Il semble en conséquence, que la transmission de la maladie ne se fasse pas par les semences pour la Tomate, ce qui confirme les résultats de HOFFMANN (1959) pour le Chanvre.

2) Hivernation sur des débris végétaux dans le sol :

HOFFMANN (1959) est convaincu de ce mode de transmission pour l'anthracnose du Chanvre, les sclérotés présents sur les débris de tige, mûrissant au printemps (acervules) en donnant de nombreuses conidies susceptibles de provoquer une nouvelle infection.

a) Mode expérimentale:

D'une part, des fanes portant des sclérotés de C. coccodes recueillies en Octobre 1963, dans des lieux et conditions déjà décrits, sont placées dans des sacs plastiques, et laissées à la température du laboratoire. Tous les mois, pendant près de 18 mois, quelques fanes prélevées comme échantillons, sont placées en chambre humide.

D'autre part, des fragments de 5 cm de tiges infectées artificiellement avec des spores de la souche S_{10} , sont placés dans le sol du

champ expérimental déjà utilisé pour les infections artificielles en Juillet 1964, et traitées toutes les semaines comme précédemment pendant 6 semaines à deux mois.

b) Résultats :

Les fanes conservées au laboratoire ont présenté une sporulation surtout abondante en Mai et Juin, et Septembre - Octobre, tandis que de Novembre à Avril, les acervules ne murissaient que très rarement.

Les fragments placés dans le sol portaient après six semaines et même deux mois, dans la mesure où leur décomposition n'était pas trop avancée, des acervules munis de soies beaucoup plus nombreux que lors de la mise dans le sol. Il y avait en général peu de spores formées dans ces conditions, mais la sporulation était très abondante en chambre humide, ce qui confirme les résultats de HOFFMANN (1959).

La même expérience effectuée avec des racines et tiges de Tomate a donné des résultats identiques.

Comme HOFFMANN (1959) ; nous pensons que le champignon est capable d'hiverner dans le sol sur des débris végétaux, ceci confirmant nos isolements effectués à partir d'un sol livré depuis de nombreuses années à la culture de la Pomme de terre (II° partie, Ch. II, A,).

Il serait intéressant d'approfondir cette étude, notamment en utilisant une méthode de lavages successifs du sol permettant une séparation des débris organiques, à l'étude dans nos laboratoires (MANGENOT, 1965).

CONCLUSIONS GENERALES et DISCUSSION

1) Du point de vue théorique :

A) La revue complète de la littérature exposée dans la première partie de ce travail et concernant les divers aspects de la maladie chez les principaux hôtes sur lesquels elle se manifeste, ainsi que les caractéristiques de l'agent responsable : Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes, nous a permis de dégager les deux idées générales suivantes :

1) Les théories concernant la responsabilité de C. coccodes varient avec les auteurs et avec les plantes hôtes du parasite. Alors que sur Tomate et sur Chanvre, la pathogénicité du champignon n'est pas mise en doute, il semble que, sur Pomme de terre, on considère plutôt C. coccodes comme un parasite de faiblesse voire même comme un parasite secondaire.

2) Les indications bibliographiques nous ont montré que C. coccodes a été signalé depuis 80 ans sur 12 plantes de la famille des Solanacées et sur 10 plantes représentant 9 autres familles botaniques, dans une cinquantaine de pays différents, ce qui atteste une remarquable extension géographique. Nous avons par ailleurs signalé pour la première fois le champignon sur racines de Solanum dulcamara et Dianthus barbatus. Il est probable que le spectre d'hôtes de C. coccodes est plus large.

B) Nos recherches personnelles nous ont permis de :

1) Donner une idée plus précise de la pathogénicité de C. coccodes et en particulier de montrer qu'il est présent sur les fanes de Pomme de terre en Lorraine et porte une responsabilité grave

dans les phénomènes de flétrissement, les dégâts étant intensifiés durant les saisons particulièrement sèches et chaudes. Les expériences d'infection sur la Pomme de terre et sur la Tomate, nous ont conduit à penser que l'agressivité de C. coccodes est élevée, mais que les manifestations de sa pathogénicité paraissent liées à des facteurs écologiques, physiologiques et aux caractéristiques du parasite qui sont variables suivant les souches. Nous confirmons ainsi les hypothèses et théories de SCHMIEDEKNECHT (1956) et JAKUBCZYK (1962) en contradiction avec la théorie écologique de AMANN (1961 - à 1963) et la théorie virale de WENZL (1964) que nous avons déjà signalées (1ère partie, V, 2°). Nous ne pensons pas que les facteurs écologiques soient seuls déterminants, nos infections au champ nous ayant permis d'observer des plantes témoins non flétries, dont le rendement était normal, à côté du rendement diminué de 45 % des plantes flétries. Comme SCHMIEDEKNECHT (1956) nous pensons d'autre part, que les symptômes décrits par WENZL (1961 et 64) attribués à l'action du virus du Stolbur sont communs à de nombreuses maladies de flétrissement et ne peuvent pas être considérés comme caractéristiques; le virus du Stolbur n'a pas été par ailleurs, à notre connaissance (C.N.R.A., communication personnelle, 1964) été signalé en France sur Pomme de terre.

2) Il nous a été possible de mettre en évidence l'existence de 7 types culturels sur 9 milieux de culture gélosés, confirmant ainsi et complétant les travaux de LOPRIENO (1961). Nous avons de plus constaté une variabilité certaine de la pathogénicité des différentes souches, sans qu'une corrélation se manifeste entre les races morphologiques définies et le degré de pathogénicité. Nous avons cependant constaté que les souches provenant de tubercules de Pomme

de terre, quel que soit leur type morphologique, ont une croissance plus vigoureuse, un pouvoir germinatif plus élevé et une agressivité supérieure. Il semble d'ailleurs que le passage d'une souche avirulente sur tubercule vivant lui confère une certaine agressivité.

3) Nous avons constaté l'existence de races plus ou moins virulentes du charpignon, distinction qui est également valable pour la pathogénicité. L'existence de races physiologiques a été démontrée pour d'autres espèces du genre Colletotrichum, et en particulier pour cav. Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Br. et Cav. (BLONDET, 1963).

4) La virulence et la pathogénicité sont en relation avec la vitesse de croissance, la germination et surtout la vitesse de formation des appressoria, ce qui nous permet de donner une idée nouvelle des éléments intervenant sur l'agressivité des souches.

5) Des expériences d'infections au laboratoire sur des plantules de treize variétés européennes de Tomate montrent que celles-ci sont inégalement sensibles au parasite. L'étude de l'influence d'extraits obtenus par broyage des différents organes et surtout par macération de feuilles dans l'eau saturée de chloroforme nous permet de penser que les différences variétales reposent, au moins en partie, sur des facteurs chimiques. Il est apparu en effet que les extraits influent sur la formation des appressoria, plutôt que sur la germination des conidies de C. coccodes, et que cette influence varie parallèlement à la résistance des variétés. Il semble que la méthode utilisée puisse être étendue à d'autres parasites et à leurs plantes hôtes.

6) Nous avons donné quelques indications sur la formation des appressoria, en apportant une confirmation des études déjà anciennes de HALSTED (1892). Il n'est pas possible de considérer, comme CLINTON (1902) et ETTIG (1958), ces organes comme des chlamydospores, qui sont définies comme des spores de résistance, formées à partir d'articles se séparant du mycelium par une double membrane; nous pensons cependant que les appressoria ont une aptitude à une certaine longévité et constituent en quelque sorte des organes de résistance, du moins pour une durée limitée. Il semble que ces organes se fixent plus ou moins rapidement à la surface de l'hôte et ne peuvent plus en être séparés, même par un lavage prolongé, de sorte que lorsqu'ils se sont formés, l'infection est inévitable.

7) Il est enfin probable, comme le pense HOFFMANN -1959-, que Colletotrichum coccodes se conserve dans le sol sur des débris végétaux qui constitueraient un réservoir infectieux, et il serait intéressant de savoir si C.coccodes peut se conserver sur des débris d'autres plantes, comme semble le suggérer son spectre d'hôte relativement large.

11) Du point de vue pratique, les conclusions suivantes s'imposent :

1) Il est impératif de détruire les fanes de Pomme de terre après la récolte et de ne pas les enfouir (cf. SCHMIEDEKNECHT, 1959).

2) Il faut éviter le stockage des tubercules à une température qui pourrait favoriser une attaque latente du parasite en affaiblissant la résistance des tubercules (cf. II°, Ch. I, D).

3) Pour la Tomate, il semble qu'il y ait intérêt à utiliser des variétés résistantes et à maintenir les plantes dans un bon équilibre physiologique. Pour la Pomme de terre, il serait intéressant d'approfondir les recherches de DEMEL et WENZL (1953) et MOOI (1958) pour mettre en évidence des variétés résistantes.

BIBLIOGRAPHIE

Les noms précédés d'une ⁺nesont cités qu'en référence.

⁺ADAM (D. B.) - 1937 - Notes of plant diseases in South Australia during the two years period, 30 th june, 1936.
J. Agric. S. Austr., 40, 4, pp., 732-734.

AMANN (M.) - Untersuchungen über der Komplex der "Gummiknollenwelke" der Kartoffel in Baden-Württemberg.

AMANN - 1956 - Ist neben Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taub. auch Macrophomina phaseoli (Maubl.) Ashby am Zustandekommen der "Gummiknollenwelke" der Kartoffel beteiligt?
Nachr. bl. dtsh. Pflanz. sch. dst. 8, pp. 25-27.

AMANN - 1961 - I - Symptomatologie, Ökologie und wirtschaftliche Bedeutung der Krankheit.
Zeitschr. Pflanz. Krankh. 68, 6, pp. 330-342.

AMANN - 1962 - III - Die Bedeutung von Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taub. und Macrophomina phaseoli (Maub.) Ashby am Zustandekommen der "Gummiknollenwelke".
Zeitschr. Pflanz. Krankh., 69, 2, pp. 65-80.

AMANN - 1963 - II - Ursache und Pathogenese der Krankheit unter besonderer Berücksichtigung der ökologische Komponenten.
Zeitschr. Pflanz. Krankh. 70, 10, pp. 577-599.

⁺ANDERSON (P. J.), HASKELL (R. J.), MUENSCHER (W. C.), WELD (C. J.), WOOD (J. I.) et MARTIN (G. H.) - 1926 - Check list of diseases of economic plants in the United States.
U. S. dept. Of. Agric. Bull., 1366, pp. 97.

⁺ARNAUDI (C.) - 1924 - Le malattie delle Patate in Italia.
Att. Ist. Bot. Univ. di Pavia, 3è Se, 1, pp. 71-75.

ARTSHWAGER (E.) - 1927 - Wound periderm formation in the potato as affected by temperature and humidity.
Journ. of. Agric. Res., 35, 11, pp. 995-1000.

ARX (J. A. von) - 1957 - Die Arten der Gattung Colletotrichum Cda.
Phytopath. Zeitschr. 29, 4, pp. 413-468.

ARX (J. A. von) - 1957 - Kultur und Infektions - Versuche mit einigen Colletotrichum - Arten.
Tijdschr. Pl. Ziekt., 63, 4, pp. 171-190.

- AVERNA-SACCA (R.) - 1923 - Contribuição para o estudo da biologia da Anthracnose da batatinha e principalmente de sua forma as-cophora.
Bol. Agric. Sao Paulo, Ser 24, 78, pp. 272-282 (RAM. 3, p. 234).
- + BARTHOLOMEW - 1927 - Fungus Flora of Kansas, p. 11.
- + BATES (G. R.) - 1957 - Botany and Plant Pathology.
Rept. Minist. Agric. Rhod. Nyasal, 1955-1956, pp. 79-86.
- + BAUDYS (E.) et MRKOS (I.) - 1937 - (Les flétrissements de la Pomme de terre).
Bramborarstvi aprumysk, n° 3.
- + BAZAN de SEGURA (C.) - 1955 - Phytopathological investigations on Potato in Peru.
Agric. Res. News. Nats., 2, 1, 2 pp.
- BEHR (L.) - 1949 - Ueber den Einfluss von narkotisch wirkenden Stoffen auf die Wundperidermbildung und Resistenz der Kartoffelknolle gegenüber Phytophthora infestans de By. und Vertreter der Gattung Fusarium.
Phytopath. Zeitschr., 15, pp. 407-446.
- + BENSAUDE (Mathilde) - 1927 - Inventario das molestias das plantas agricolas de S. Miguel.
Bol. Agric. e Econ. da Soc., Corretera Ltda (Açores) 11, 11, p. 1 ; 12, pp. 1 - 3 ; III, 1, pp. 1 - 3 ; 2, pp. 1 - 2, 1926, 3, p. 1 ; 4, pp. 3 - 4, 1927 (R. A. M. 6, 465).
- BERKELEY (M. J.) et BROOME (C. E.) - 1850 - Notices on British fungi
Am. and Mag. Nat. Hist., 11, 5, pp. 378-379.
- BEWLEY (W. F.) - 1916 - A new root disease of the Tomato.
Mycol. Rept. of the 8 th Ann. Rept. Exp. Sta. Cheshunt, p. 34-36.
- + BEWLEY (W. F.) et SHEARN (J.) - 1924 - A root disease of the Tomato caused by Colletotrichum tabificus (Hallier pro arte) Pethyb.
Ann. of Appl. Biol., 9, pp. 244-251.
- BEWLEY (W. F.) et WHITE (H. L.) - 1926 - Some nutritial disorders of the Tomato.
Ann. of Appl. Biol., 13, 3, pp. 322-338.
- + BLATTNY (C.), BRCAK (J.), POZDENA (J.), DLABOLA (J.),
LIMBERK (J.) et BOJNANSKY (V.) - 1954 - Die Uebertragung des Stolburvirus bei Tabak und Tomaten and seine virogeographischen Beziehungen.
Phytopath. Z., 22, pp. 382-416.
- BLONDET (A.) - 1963 - Etude des races physiologiques françaises de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Br. et Cav.
Thèse - Faculté des Sciences de l'Université de Paris (Orsay);
- BONDE (R.) et HYLAND (F.) - 1960 - Effect of antibiotic and fungicidal treatments on wound periderm formation, plant emergence, and yields produced by cut seed potatoes.

- ⁺BÖNING (K.) - 1929 - Die Brennenfleckenkrankheit des Tabaks.
Prakt. Blätter f. Pfl. bau u. Pfl. Sch., 7, pp. 36-40.
- BOONE (D. M.) et KEITT (G. W.) - 1956 - Inheritance of colorar mutant
characteres.
Amer. J. of Bot., 43, 3, pp. 226-233.
- ⁺BOUCHELIER (R.) - 1936 - Les principales infections de la Pomme de
terre.
Fruits primeurs (Rev. Maroc) VI, 69, pp. 213-217.
(R. A. M. XVI, 402).
- ⁺BRAUN (H.) - 1954 - Neue Erkenntnisse über Kartoffelknollen-Krankhei-
ten und ihre Bedeutung für Pflanz und Speisewert.
Wiss. Z. Univ. Halle, Math. Not., 3, pp. 751-752.
- BRAUN (H.) et KROBER (H.) - 1958 - Untersuchungen über die durch
Phytophthora cactorum (Leb. u Cohn) Sch. hervorgerufene
Kragenfäule des Apfels.
Phytopath. Z. 32, 1, pp. 35-94.
- BREMER (H.) - 1954 - Beobachtung zur Wurzelfäule in Trockenklima
Zeitsch. Pflanz. Krankh. 61 (11) p. 575.
- ⁺BRUNAUD (P.) - 1886 - Sclerotinia solani.
Rev. Myc., 8, p. 206.
- ⁺BRUNDZA (K.) - 1937 - "Rapport de la section phytopathologique de la
station de protection des plantes de Lithuanie pour 1935".
(en Russe).
Kaunas (R. A. M. XVI, 655).
- ⁺BRUNDZA (K.) - 1961 - "Parasites des plantes cultivées en R. S. S. de
Lithuanie et quelques problèmes de la biologie des champignons
parasites." (en Russe).
Vilnius, Acad. Sc. R. S. S. Lithuanie 302 pp. (R. A. M. XIII, p. 308).
- ⁺BUTLER (E. J.) et BISBY (G. R.) - 1931 - The fungi of India.
Imper. Council of Agric. Res., Scien. Monograph., XVIII 23 p.
- BUTLER (S. E.) et JONES (S. G.) - 1949 - Plant Pathology.
London - Mac Millan et Co edit. pp. 531-532.
- ⁺CAVADAS (D.) - 1923 - Notes sur la dartoze des Pommes de terre et
ses conséquences.
Rev. de Path. Vég. et Ent. Agri. X, 1, pp. 65-67.
- ⁺CAVADAS (D.) - 1923 - Sur la biologie de Vermicularia varians Duc.
Rev. de Path. Vég. et Ent. Agr. X, 1, pp. 138-140.

- ⁺CHAMBERLAIN (E. E.) - 1935 - Fungi present in the stem-end of Potato tuber.
N. Zel. J. Sci. Tech., XVI, 4, pp. 242-246.
- ⁺CHAUDHURI (H.) - 1924 - A description of Colletotrichum biologicum n. sp. and observation on the occurrence of a saltation in the species.
Ann. Bot., 38, pp. 735-744.
- ⁺CHEAL (W. F.) - 1928 - The black dot fungus of Potatoes.
Gard. Chron., 84, 2192, p. 508.
- CHUPP (C.) - SHERF (A. F.) - 1961 - Vegetable diseases and their Control.
Ronald Press Co. Edit. New-York, pp. 574-576.
- CHUPP (C.) - 1964 - Some Colletotrichum on Potato and Tomato.
Mycologia, LVI, 3, pp. 393-394.
- ⁺CHRISTOFF (A.) et CHRISTOVA (E.) - 1939 - "Quelques nouvelles maladies des plantes en Bulgarie" (en Russe)
Bull. Soc. Bot. Bulg., VIII, pp. 35-49. (R. A. M., XVIII, p. 712).
- ⁺CLINTON (CH.) - 1902 - Apple rots in Illinois.
Ill. Agr. Exp. Sta. Bull., 69, III, p. 193-211.
- ⁺COLQUHOUN (T. T.) - 1941 - Black dot root of Tomatoes.
J. Agr. S. Austr., XLIV, pp. 572-575.
- CRAFT (C. C.) - 1964 - Respiration of potatoes as influenced by previous storage temperature.
Amr. Potat. J., 40, 9, p. 289.
- CREPIN (Ch.) - 1922 - Une maladie grave de la Pomme de terre dans le Forez.
Bull. Soc. Path. Veg., 9, p. 237.
- CREPIN (CH.) - 1923 - Dartrose (Vermicularia varians Duc.) Gale argentée (Spondylocladium atrovirens Harz.) du tubercule de Pomme de terre.
Rev. Path. Veg. et Ent. Agri., X, 1, pp. 63-66.
- ⁺DA CAMARA (E. de S.), De OLIVIERA (A. L. B.) et DA LUZ (C. G.) - 1936 - Mycètes aliquot Lusitaniae - I - in Laboratorio Pathologiae Vegetalis Instituti Agronomici Olisipponis observata.
Rev. Agr. Lisboa, XXIV, 2, p. 48.
- DEFAGO (G.) et GASSER (R.) - 1943 - La dartrose de la Pomme de terre
Ber. Schweiz. Bot. Ges. 53 a, pp. 480-499.
- DEMEL (J.) et WENZL (H.) - 1953 - Die Sortenanfälligkeit der Kartoffeln gegen Fadenkeimigkeit.
Bodenkultur, Wien, 7, 142-151.

- ⁺DENNIS (R. W. G.) et FOISTER (C. E.) - 1942 - List of diseases of economic plants recorded in Scotland.
Trans. Brit. Mycol. Soc., XXV, 3, p. 272 et p. 278.
- ⁺DESMAZIERES (J. B. H. J.) - 1828 - Plantes cryptogames du Nord de la France
Fasc. VII, n° 339
- ⁺DICKSON (B. T.) - 1922 - Plant diseases of 1921 in Quebec.
Ann. Rep. Que. Soc. Prot. Plants 14, pp. 52-57.
- DICKSON (B. T.) - 1925 - Taxonomic studies of the organisme causing "Black dot" disease of Potato.
Phytopathology, 15, p. 300.
- DICKSON (B. T.) - 1926 - The "Black dot" disease of Potato.
Phytopathology, 16, pp. 23-29.
- ⁺DOIDGE (E. M.) - 1914 - Black dot disease.
Jour. Dept. of Agr. Union of South Africa, 7, pp. 872-882.
- DUCOMET (V.) - 1908 - Une nouvelle maladie de la Pomme de terre : Dartrose.
Ann. Ecol. Nat. Agr. Rennes, 2, pp. 24-47.
- DUNN (E.) et HUGUES (W. A.) - 1964 - Interrelation ship of the Potato root eelworm Heterodera rostochiensis Woll., Rhizoctonia solani Kühn and Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh. on the growth of the Tomato plant.
Nature, Lond., 201, (4917), pp. 413-414.
- EBBEN (M. H.) et WILLIAMS (P. H.) - 1956 - Brown root rot of tomatoes I - The associated fungal flora.
Ann. Appl. Biol., 44, 3, pp. 425-436.
- ETTIG (B.) - 1955 - Ueber einen Antagonismus zwischen Bodenbakterien und Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh.
Zbl. Bakt., Abt. 2, 108, 21, 22, pp. 602-610.
- ETTIG (B.) - 1958 - Untersuchungen über die Wallbildung bei Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh. bewirkt durch einen antibiotisch aktiven, aeroben Sporenbildner.
Arch. Mikr., 29, 4, pp. 339-347.
- ⁺FISCHER (R.) - 1934 - Die Welkekrankheit der Kartoffel.
Die Landeskultur, 1, pp. 16-17.
- ⁺FISH (S.) - 1939 - Tomato diseases and their control.
J. Dep. Agr. Vict., 8, pp. 378-391. (R.A.M. XIX, 49).
- FLOYD (J. W.) - 1965 - Antecedent nitrogen sources affecting virulence of Colletotrichum phomoides.
Phytopathology, 55, 3, pp. 333-335.

- FOEX (E.) - 1922 a - La dartrose de la Pomme de terre.
C. R. Acad. Agri. France, 8, 32, pp. 844-848.
- FOEX (E.) - 1922 b - La dartrose de la Pomme de terre en 1922.
Bull. Soc. Path. Veg. France, 9, pp. 244-250.
- FOEX (E.) - 1933 - Sur quelques maladies observées sur la Pomme de terre au cours de l'été 1933.
Rev. Path. Veg. Ent. Agr., 20, pp. 300-309.
- FORLOT (P.), HARRANGER (J.), PAYEN (J.) et SCHWINN (F. J.) -
(sous presse) - Phytophthora cryptogea Pethybr. et Laff. nouvel agent de pourriture des Endives (Cichorium intybus L.) en cours de forçage. Phytopath. Ztsch.
- ⁺FRANK (B.) - 1883 - Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten.
Ber. dtsch. Bot. Ges., I, pp. 29-34 et 58-63.
- ⁺FRIES (O.) - 1829 - Système mycologicum, vol. III.
- ⁺FRIES (O.) - 1849 - Summa Vegetabilum Scandinaviae, p. 420.
- FROST (R. R.) - 1964 - Seta formation in Colletotrichum sp.
Nature, Lond. 4920, pp. 430-431.
- FULTON (J. P.) - 1948 - Infection of tomato fruits by Colletotrichum phomoides.
Phytopathology, 38, pp. 235-246.
- GARRETT (S. D.) - 1944 - Root Disease fungi.
Chronica Botanica, Waltham, Mass., 177.
- GARRETT (S. D.) - 1950 - Ecology of the soil inhabitant fungi.
Biol. Rev., 25, pp. 220-254.
- ⁺GAUMANN (E.) - 1939 - Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzung
Forsch. Der Bot., 8, II.
- GAUMANN (E.) - 1951 - Pflanzliche Infektionslehre.
Birkhäuser edit., Bâle, 2e édition.
- GEMEINHARDT (H.) - 1954 - Actinomyceten als Antibionten von
Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh.
Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F. 8, pp. 226-229.
- GEMEINHARDT (H.) - 1955 - Zur Frage des Saprophytismus von
Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh.
Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F., 9, pp. 128-133.

- GERLACH (W.) et SHNEIDER (R.) - 1964 - Nachweis eines Pyrenochaeta Stadiums bei Stämmen des Korkwurzelerregers der Tomate.
Phytopat. Ztschr., 50, 3, pp. 262-269.
- GIGANTE (R.) - 1956 - Osservati sulla filosita dei tuberi di Patata.
Boll. Staz. Pat. Veg. Roma, Ser. 3, 13, pp. 119-131.
- GLOCKNER (G.) - 1940 - Untersuchungen über die "Sang-Krankheit" der Kartoffel im Rheingau.
Angew. Bot., 22, pp. 201-252.
- ⁺GRILLO (H. V. S.) - 1937 - Lista preliminar dos fungos assignalados en plantas do Brasil.
Rodrigueria, II, Num. esp. (1936) p. 89 (R. A. M. XVII, P. 70).
- GROVE (W. R.) - 1937 - British stem-and leaf fungi.
Camb. Univ. Press., 2, p. 244.
- ⁺HALSTED (B. D.) - 1892 - The secondary spores in anthracnose.
New Jersey Agr. Exp. Sta. Rep., 303.
- ⁺HANSFORD (C. G.) - 1943 - Host list of the parasitic fungi of Uganda.
E. Afric. Agric. J., VIII, 4, pp. 248-252 ; IX, I, pp. 50-55, 2, pp. 102-106.
- HARRISON (D. E.) - 1963 - Black dot disease of Potato.
J. Agr. Vict., 61 (12), pp. 573-576.
- HASSELBRING (H.) - 1906 - The appressoria of the anthracnose.
Bot. Gaz. 42, pp. 135-142.
- HENNIGER (H.) - 1953 - Untersuchungen zum Auftreten der Colletotrichum Welke der Kartoffel im Mitteldeutschland;
Nachr. Bl. dtsh. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F., 7, pp. 203-204.
- HOCHAPPEL (H.) - 1940 - Die Wurzelphloemnekrose der Tomate.
Zbl. Bakt., II, Abt. 2, 102, pp. 262-269.
- HOFFMANN (G. M.) - 1958 - Das Auftreten einer Anthracnose des Hanfes in Mecklenburg und Brandenburg.
Nachr. Bl. dtsh. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F., 12, pp. 96-99.
- HOFFMANN (G. M.) 1959 - Untersuchungen über die Anthracnose des Hanfes.
Phytopat. Ztsch., 35, I, p. 31-57
- ⁺HORSFALL (J. G.) et DIMOND (A. E.) - 1959 - The diseased Plant.
(Vol. 1)
Histology of defense in Plant. pp. 408-409.
- HORSCHAK (R.) - 1954 - Ueber die Verbreitung des Colletotrichum atramentarium
Nachr. Bl. dtsh. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F., 8, pp. 135-136.

- HROBRUTTH (N. D.) - 1953 - "Gale argentée de la Pomme de terre" (en Russe).
J. Bot. URSS = Bot. Zh. SSSR., 38, 2, pp. 206-214.
- HUGUES (S. J.) - 1958 - Revision Hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis.
Canad. J. of Bot., 36, p. 754.
- ⁺HUSZ (B.) - 1935 - 'Quelques maladies de flétrissement des Plantes cultivées en Hongrie) Texte Hongrois.
Bat. Közl., XXXII, 1-6, pp. 38-51 (R. A. M., XV, 445).
- ⁺HUSZ (B.) - 1953 - (La maladie de flétrissement de la pomme de terre en Hongrie) Texte hongrois.
Acta Agronomica H., 3, pp. 57-70.
- ⁺IBRAHIMOV (G. R.) - 1951 - "Spécialisation d'espèces de Colletotrichum sur certaines légumineuses, cucurbitacées et solanacées".
(en Russe).
Trud. vsesoguz. Inst. Zasheb. Rost., 3, pp. 205-212.
- ILLMAN (W. I.) - 1960 - Identity of an incitant of anthracnose in Sweet Peppers.
Canad. Plant Dis. Surv., 40, 1, p. 45.
- ILLMAN (W. I.), LUDWIG (R. A.) et FARMER (J.) - 1959 - Anthracnose of canning tomatoes in Ontario.
Canad. J. of Bot., 37, pp. 1237-1246.
- JAKUBCZYK (H.) - 1962 - Z badan nad pasozytnictwem Colletotrichum atramentarium wystepujacego na pomidorach : I-Badania nad niektórymi wlasciwosciami biologicznymi Colletotrichum atramentarium. II-Badania nad patogenicznoscia C. atramentarium w stosunku do pomidorow w doswiadczeniach infekcyjnych.
Acta Agobotanica, Pologne, XII, pp. 207-259.
- KEAY (M. A.) - 1953 - Media for the culture of Phytophthora infestans
Plant Pathology, 2, n! 3, p. 103.
- KENDRICK (J. R.) et WALKER (J. C.) - 1948 - Anthracnose of Tomato.
Phytopathology, 38, pp. 241-260.
- ⁺KHAYIRI (F.) - 1962 - Les Thallophytes -II, les Champignons.
Public. Univ. Theran, 753, 33Op.
- ⁺KOVACHEWSKY (I. C.) - 1954 - Die Stolburkrankheit der Solanaceen.
Nachr. Bl. dtsh. Pfl. Sch. Dst., Berlin, N. F., 8, pp. 161-164.
- LANGERON (M.) et VAN BREUSEGHEN (R.) - 1952 - Précis de Mycologie
Masson Edit.
- LARTER (L. W. H.) et MARTYN (E. B.) - 1943 - A preliminary list of plant disease in Jamaica.
Mycol. Pap. Imp. Myc. Inst., 8, p. 3.

- ⁺LEPIK (E.) - 1943 - Pflanzenpathologie in Ostland-II°. Mitteilung-Ein Beitrag zur Kenntniss wenig bekannten Pflanzenkrankheiten aus Estland (Esthonie).
Zbl. Bakt., Abt. 2, CVI, 5-7, pp. 89-93.
- ⁺LINK (H. F.) - 1825 - Species Hyphomycetum et Gymnomycetum.
Linn. Sp., Pl. VI, 2, p. 122.
- LIVINGSTON (C. H.) - 1962 - The effects of various treatments on the cut surface of seed potatoes.
Amer. Potato J., 39, n° 7, pp. 271-281.
- LOCKHART (C. L.) et HARRISON (K. A.) - 1962 - The control of storage rots mature-green tomatoes in Nova-Scotia.
Canad. Plant. Dis. Surv., 42, 3, pp. 107-110.
- LOCKHART (C. L.) - 1963 - Control of anthracnose of stored tomatoes with "venturicidin" Colletotrichum coccodes
Canad. Plant. Dis. Surv., 43, 2, pp. 23-26.
- LOPRIENO (N.) - 1961 - Investigation on Tomato anthracnose.
I-Influence of carbohydrates on the growth of Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes.
Caryologia, 14, pp. 219-229.
- LOPRIENO (N.) - 1962 - Investigation on Tomato anthracnose
II-Variabilita patogenica e caratteri coltorali di 25 isolamenti monoconidici di Colletotrichum coccodes.
Phytopath. Ztsch., 44, 3, pp. 263-268.
- LOPRIENO (N.) et GUGLIELMENTI (R.) - 1962 - Investigation on Tomato anthracnose.
III - Influence of amino acids on the growth of Colletotrichum Coccodes.
Phytopath. Ztsch., 45, 4, pp. 312-320.
- ⁺LOPRIENO (N.), ZETTERBERG (G.), GUGLIELMENTI (R.) et MICHEL (E.) - 1963 - Investigation on Tomato anthracnose.
IV - The letal and mutagenic effects of N-nitroso-N-methylurethane and N-nitroso-N-ethylurethane in Colletotrichum coccodes.
Mutat. Res., I, pp. 37-44.
- ⁺LOPRIENO (N.), GUGLIELMENTI (R.) et MICHEL (E.) - 1964 - Investigation on Tomato anthracnose.
IV - The Lack of a Correlation between Biochemical Mutations. and Virulence in Colletotrichum coccodes.
Phytopath. Ztschr., 51, 2, pp. 170-176.
- ⁺LOPRIENO (N.) et VERONA (O.), 1964 - Azione combinata dei raggi U. V. e della cianamide sulla germinazione dei conidi di micromiceti (Colletotrichum lindemuthianum et C. coccodes).

- ⁺ MAC ALPINE (D.) - 1911 - Potato diseases in Australia.
Melbourne, Dept. Agric. Victoria, 215 p.
- MAC-NEILL (B. H.) - 1955 - Colletotrichum root rot of greenhouse tomatoes.
Plant. Dis. Reptr., 39, I, pp. 45-46.
- MAC-NEILL (B. H.) - 1957 - Colletotrichum atramentarium in fields tomatoes.
Plant. Dis. Reptr., 41, 12, p. 1032.
- ⁺ MAIRE (R.), et POLITIS (J.) - 1940 - Fungi Hellenici - Catalogue raisonné des champignons connus jusqu'ici en Grèce.
Act. Inst. Bot. Univ. Athènes, I, pp. 27-179. (R.A.M. XXVII, 95).
- ⁺ MANEVAL (W. E.) - 1928 - A list of Missouri fungi with special reference to plant pathogens and wood-destroying fungi.
Univ. Mo. Stud., XII, 3, P. 26.
- MANGENOT (F.) - 1963 - Préparation d'autolysats de feuilles destinés à la culture de parasites maculicoles.
Bull. E.N.S.A.N. Nancy, V, II, pp. 173-188.
- MANGENOT (F.) - 1964 - Vers une méthode standardisée de fractionnement et de lavage en vue de l'isolement des champignons du sol.
Biologie du Sol, N.S. n°2, pp. 17-18.
- ⁺ MARCHAL (E.) - 1933 - Observations et recherches effectuées à la station de Phytopathologie de l'Etat pendant l'année 1932.
Bull. Inst. Agron. et Stat. rech. de Gembloux, II, 2, pp. 147-159.
(R.A.M., XII, 676.).
- MESSIAEN (C. M.) - 1955 - Sur quelques anthracnoses des plantes cultivées.
Ann. d. Epiphyt., ser. C., 6, pp. 285-295.
- MEYER (G.) - 1939 - Zellephysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff des Phytophthora infestans bei Sorten verschiedenen Resistenz.
Arb. Biol. Reichsanstalt. 29, pp. 97-132.
- ⁺ MICZYNSKA (Z.) et STACHYRA (T.) - 1961 - (Maladies observées sur les Solanacées de 1951 à 1960) Polonais.
Biol. Inst. Ochr. Rosl. Poznan, 13, pp. 45-79.
- ⁺ MOOI (J. C.) - 1958 - Knolaanstasting bij enkele Aardoppelrassen door Colletotrichum atramentarium.
Tijdschr. Pl. Ziekt., 62, 6, pp. 274-285.
- MOOI (J. C.) - 1959 - A skin necrosis occurring on Potato tubers affected by black dot after exposure to low temperatures.
Eur. Potato J. 2, n°1, pp. 58-67.

- ⁺MULDER (D.) - 1958 - Plant diseases of economic importance in the Northern Region of Union of Arab. Republic.
F.A.O. Pl. Prot. Bull., 7, 1, pp. 1-5.
- ⁺MULLER (H. R. A.) - 1939 - Onderzoekingen over Aardappelziekten.
Meded. Alg. Proefst. Landb., Batavia, 33, 22 p. (R. A. M. XVIII, 813).
- MUELLER (K. O.) - 1953 - The nature of resistance of the Potato plant to blight (*Phytophthora infestans*).
J. Nath. Inst. Agr. Bot., 6, pp. 346-360.
- ⁺MUSKETT (A. E.), CARROTHERS (E. N.) et CAIRNS (H.) - 1932 - Contributions to the fungus flora of Ulster.
Proc. Roy. Irish. Acad., sect. B., XI, 2, pp. 37-55 (R. A. M. XI, 746).
- ⁺NATTRASS (R. M.) - 1937 - A first list of Cyprus fungi.
Nicosia, Cyprus Depart. of Agric., XVI, pp. 87 (R. A. M. XVII, 346).
- NATTRASS (R. M.) 1961 - Host Lists of Kenya fungi and bacteria.
Mycol. Pap. 81, p. 12.
- ⁺NOBLE (R. J. _), HYNES (H. J. _), MAC CLEERY (F. C.) et BIRMINGHAM (W. A.) - 1935 - Plant diseases recorded in New South Wales.
Sci. Bull. Dep. Agric. N. S. W., 46, p. 36 R. A. M. XIV, 618).
- ⁺O'GARA (P. J.) - 1915 - New species of Colletotrichum and Phoma.
Mycologia, 7, pp. 38-41.
- ⁺O'GARA (P. J.) - 1917 - The occurrence of Colletotrichum solanicum O'Gara on eggplant
Phytopathology, 7, pp. 226-227.
- ⁺OGILVIE (L.) et MULLIGAN (R. O.) - 1931 - Progress report on vegetable diseases.
Ann. Rept. Agric. Hortic. Res. Stat. Long. Ashton, Bristol for 1930, pp. 127-146.
- OLGYAY (M.) - 1951 - Fertozesi vizsgalatok C. atramentarium mal Burgonyeim.
Agnartud. Egy. Evkön, 2, I, pp. 195-204.
- ⁺ORY (J.) - 1963 - Cours de statistiques appliquées à la Biologie.
Cours, E. N. S. A. Nancy.
- PANJAN (M.) et LUSIN (V.) - 1963 - Bolesti Rajcice u staklenicom uzgoju (maladies des Tomates) cultivées en serre).
Zast. Bilja Beograd? 14, pp. 509-516.
- PANTIDOU (M. E.) et SCHROEDER (W. I.) - 1955 - Foliage as a source of secondary inoculum for Tomato anthracnose.
Phytopathology, 45, 6, pp. 338-345.

- PAPE (H.) - 1932 - Melanconiales, in Handbuch der Pflanzenkrankh., Sorauer Bd. II, pp. 543-545. Paul Parey edit., Berlin.
- ⁺ PLANTESYGDOMME i DANMARK, 1938 - Oversigt, samlet ved Statens plantepatologiska Forsøg.
Tidsskr. Planteavl., XLIII, 2, pp. 222-278. (R.A.M. XVIII, 88)
- PAYEN (J.) - 1965 - La "Méthode des Appâts" et ses applications en Phytopathologie. I- Definition, revue bibliographique et applications à la prévision de la fonte des semis de Betterave.
Bull. Ecole Nation. Sup. Agron. de Nancy, VII, I, pp. 29-54.
- ⁺ PERRET (Cl.) - 1923 - Flétrissement des pieds et filosité de la Pomme de terre.
Rev. Path. Veg. Ent. Agr., X, I, pp. 168, 171.
- PETHYBRIDGE (G. H.) - 1918 - Notes on saprophytic species of fungi associated with diseased potato plants and tubers.
Trans. Br. Myc. Soc., 6, pp. 107-111.
- PHILIPPS (D. H.) - 1961 - Report of the Mycological Departement 1960.
Rep. Stat. Jersey, 1960, pp. 82-104.
- PRIESTLEY (J. H.) et WOOLFENDEN (L. M.) - 1923 - The healing of wounds in potato tubers and their propagation by cut sets.
Ann. Appl. Biol., 10, pp. 96-115.
- PURVIS (M. C.), COLLIER (C. D.) et WALLS (D.) - 1964 - Laboratory techniques in Botany.
London, Butterworths edit.
- ⁺ RADEMACHER (B.) - 1954 - Krankheiten und Schädlinge im Ackerund Feld-gemüsebau.
2e Edition, Stuttgart.
- + REICHERT (I.) - 1939 - Palestine : diseases of vegetable crops.
Int. Bull. Pl. Prot., XIII, p. 237. (R.A.M., XIX, p. 134).
- ⁺ RICHARDSON (J.) et BERKELEY (C. H.) - 1944 - Basal rot of Tomato
Phytopathology, 34, 7, pp. 615-621.
- ROST (H.) - 1938 - Untersuchungen über einige Krankheiten des Leins in Deutschland.
Angev. Bot., 20, 6, pp. 412-430.
- ⁺ SACCARDO (P. A.) - 1882 - Vermicularia eupyrena
Michelia, 2, 563.
- SAMPSON (P. J.) et FOUNTAIN (P. I.) - 1960 - Storage disease of Potato tuber and his control.
Tasm. J. Agric., 31, 2, pp. 137-143.

- SANTERRE (J.) - 1963 - Observations sur la tache argentée et la
 dartrose dans la province du Québec.
 Phytoprotection, 44, 2, pp. 69-74.
- ⁺SARLIANNI (J. A.), DEMETRIADES (S. D.) et ZACHOS (D. G.) - 1952 -
 Rapport sommaire sur les principales maladies des plantes obser-
 vées en Grèce au cours de l'année 1951.
 Ann. Inst. Phyt. Benaki, 6, I, pp. 5-9.
- SCHMIEDEKNECHT (M.) - 1956 - Untersuchungen des Parasitismus von
Colletotrichum atramentarium (B. et Br.) Taubh. an Kartoffels-
 tauden.
 Phytopath. Ztsch., 21, I, pp. 1-30.
- SCHMIEDEKNECHT (M.) - 1957 - Beitrag zur Morphologie und Cytologie
 von C. atramentarium.
 Phytopath. Ztsch., 29, 3, pp. 339-345.
- SCHMIEDEKNECHT (M.) - 1959 - Appressorien und Chlamydosporen von
Colletotrichum atramentarium.
 Arch. Mikrobiol., 34, 4, pp. 374-378.
- SCHMIEDEKNECHT (M.) - 1960 - Abwehrreaktionen höherer Pflanzen bei
 Infektionen.
 Urania, 2, pp. 68-72.
- ⁺SCOTT (G. A.) - 1924 - Cultural characteristics of certain Colletotrichum
 species.
 Sixteen Ann. Rept. Quebec Soc. Prot. Pl., pp. 123-137.
- SHOEMAKER (R. H.) et CREELMAN (D. W.) - 1958 - Thirty seventh.
 Annual Report of the Canadian Plant diseases Survey.
- SMITH (W. L. jr.) - 1961 - Wound barrier and decay developpment of
 potato slices at 70 F as affected by previous storage temperature.
 Amer. Potato J., 38, 7, pp. 240-243.
- ⁺SOLOVIEVA (N. V.) - 1930- (Observations sur les maladies des Pommes
 de terre dans le district de Terek, Caucase, en 1927-1928) en
 Russe.
 Bull. Nordh. Caucase, Stat. Prot. Plant., Rostoff, 6-7, P. 85.
 (R. A. M. X, 618).
- ⁺SOUTHWORTH (E. A.) - 1891 - Ripe rot of grapes and apples.
 J. Mycol., 6, pp. 164-173.
- STAKMANN (L. J.) - 1923 - Some fungi causing root and foot rots of cereal.
 Minn. Studies in Plant Sci., 4, pp. 139-161.
- ⁺STAREA Fitosanitaria in Republica Populara Romina in annii 1953-54 si
 1954-55 (R. A. M., 37, 9, 515).

- ⁺ STATION Fédérale D'Essais agricoles - Lausanne - 1958 - Rapport d'activité 1956.
Anna. Agric. Suisse (edit. franc.).
- STEINECK (O.) - 1955 - Untersuchungen und Beobachtungen über die Fadenkeimigkeit von Kartoffelknollen.
Phytopath. Ztsch., 24, pp. 195-210.
- ⁺ STEVENS (F. L.) - 1922 - The Helminthosporium foot rot of wheat, with observations on the morphology Helminthosporium and on the occurrence of saltation in the genus.
State of Illinois, Dpt. of Registration and Education Div. of Nat. Hist. Survey, II, 5.
- SUCHOW (K. S.) et VOVK (A. M.) - 1949 - "La maladie du Stolbur des Solanacées (en russe).
Edit. Acad. Sciences U.R.S.S., Moscou-Leningrad.
- SWANK (G. jr.) - 1950 - Variation of monosporous isolates and reisolates of Colletotrichum phomoides.
Phytopathology, 40, p. 27.
- TANAKA (I.) - 1955 - Control of the potato diseases recently found in Japan.
Agric. et Hort., Tokyo, 31, 11, pp. 65-69.
- ⁺ TAUBENHAUS (J. J.) - 1916 - A contribution to our knowledge of silver scurf of the white potato.
Mem. N. Y. Bot. Gard., 6, p. 554.
- TOMIYAMA (K.) - TAKAKUWA (M.) et TAKASE (N.) - 1958 - The metabolic activity in healthy tissue neighbouring the infected cells in relation to resistance to Phytophthora infestans (Mont.) de By in potatoes.
Phytopath. Ztsch., 31, 3, p. 237.
- TOMIYAMA (K.), TAKAKUWA (M.), TAKASE (N.) et SAKAI - 1959 - Alteration of oxidative metabolism in a potato tuber cell invaded by Phytophthora infestans and the neighbouring tissues.
Phytopath. Ztsch., 37, 2, p. 113.
- + UNANUMO (M.) - 1933 - Enumeracion y distribution geografica de los Esferopsidales conoidicos de la Peninsula Iberica y de las Islas Baleares, Familia Esferioidacées.
Mem. Acad. Sci., Madrid, Ser. Sc. Nat., IV, 458 p.
- ⁺ VAN POETEREN (N.) - 1932 - Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1931.
Vers. en Meded. Pl. zkt. kund. Dst. Wageningen, 66, 135 p.
(R. A. M. XI p. 767).

- VIENNOT -BOURGIN (G.) - 1949 - Les champignons parasites des plantes cultivées - II, p. 1373.
- VOSS (Th.) - 1954 - Die "Colletotrichum - Welkekrankheit" der Kartoffel. Kartoffelbau, n! 3.
Mann. edit. Hildesheim.
- VUKCEVIC (R.) - 1954 - Biljne stetocine i bolesti utvrdene na Kosmetu od 1949 - 1953 - zordine.
Zasht. Bilja, 26, pp. 69-106.
- ⁺WADE (G. C.) - 1949 - An unusual Potato rot.
J. Aust. Inst. Agr. Sci., 15, I, pp. 42-43.
- WAGNER (H.) - 1961 - Stoffwechselphysiologische Untersuchungen über Colletotrichum atramentarium.
Phytopath. Ztsch., 41, 2, pp. 105-126.
- ⁺WALLACE (M. M.) - 1943 - Diseases of Potatoes.
Mycol. Leafl. Dep. Agri. Tanganyika, 17, 10, pp. (R. A. M. XXIII, p. 275).
- ⁺WALLROTH (H.) - 1833 - Flora Crypto. German., 2, 265 (STR).
- ⁺WALSH (T.) et CLARKE (J. J.) - 1945 - A chlorosis of Tomatoes in relation to potassium and magnesium nutrition.
J. R. Hort. Soc., LXX, 7, pp. 202-207.
- ⁺WATERSON (T. M.) - 1947 - The fungi of Bermuda.
Bull. Dep. Agr. Bermuda, 23, 305 p. 222, (R. A. M. XXVIII, 198).
- WELVAERT (W.) et VELDEMAN (R.) - 1961 - Kurkwortel van tomaat en zijn bestrijding door grondant smetting.
Hed. Landb. Hogesch. Gent., 26, 3, pp. 1394-1400.
- WENZL (H.) - Untersuchungen über die Colletotrichum - Welkekrankheit der Kartoffel.
I - 1950 : Schadenbedeutung, Symptome und Krankheitsablauf.
Pflanzensch. Ber., 5, pp. 305-344.
II - 1951 - Die Hydratur welkekranker Knollen.
Pflanzensch. Ber., 6, pp. 33-57.
III - 1951 : Pflanzgut und Futterwerk welkekranker Kartoffeln
Pflanzensch. Ber., 6, pp. 97-112.
- WENZL (H.) - 1952 - "Blattdüre der Kartoffel als Erscheinungsform der Colletotrichum Welkekrankheit der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 8, pp. 11-14.
- WENZL (H.) - 1953 - Bekämpfung der Colletotrichum - Welkekrankheit der Kartoffel durch Strohbedeckung des Bodens.
Pflanzensch. Ber., 10, pp. 33-39.

- WENZL (H.) - 1953 a - Weitere Untersuchungen über die "Blattdürre" der Kartoffel als Erscheinungsform der Colletotrichum - Welkekrankheit.
Pflanzensch. Ber., 11, PP 65-72.
- WENZL (H.) - 1954 - Neue Erfahrungen über die Ursachen des Kartoffelabbaues.
Pflanzenarzt, 7, n! 9, pp. 4-6.
- WENZL (H.) - 1955 - Kälteschäden und Schwarzpunktfleckenkrankheit der Kartoffelknolle. (Colletotrichum atramentarium).
Pflanzensch. Ber., 14, pp. 1-22.
- WENZL (H.) - 1955 a - Der Fadenkeimigkeitsabbau der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 15, pp. 8-18.
- WENZL (H.) - 1955 b - Bodenstruktur, Salzgehalt und Colletotrichum Welkekrankheit der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 15, pp. 49-60.
- WENZL (H.) - 1955 c - Welkekrankheit und Stolbur Virose der Kartoffel.
Nachr. Bl. dtsh. Pfl. Sch. Dst., N.F., Berlin, 9, p. 20.
- WENZL (H.) - 1956 - Die Stolbur - Virose in Oesterreich.
Pflanzensch. Ber., 16, pp. 159-162.
- WENZL (H.) - 1956 a - Schalennekrosen als Kälteschäden an Kartoffel - knollen.
Pflanzensch. Ber., 17, pp. 97-111.
- ⁺WENZL (H.) - 1956 b - Die Stolbur - Viruskrankheit in Oesterreich.
Pflanzenarzt, 9, pp. 4-7.
- ⁺WENZL (H.) - 1956 c - Die Diagnose der Fadenkeimigkeit an ungekeimten Kartoffelknollen mittels der Kallose-Reaktion.
Pflanzensch. Ber., 16, pp. 21-35.
- ⁺WENZL (H.) - 1961 - Zur Geschichte des Auftretens der Stolbur - Welkekrankheit der Kartoffel in Europa.
Pflanzensch. Ber., 26, pp. 83-86.
- ⁺WENZL (H.) - 1961 a - Zur Analyse der Symptome der Stolbur - Welkekrankheit der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 26, pp. 97-106.
- WENZL (H.) - 1964 - Kritik der Theorie der ökologischen Verursachung der "Gummiknollenwelke" der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 30, pp. 173-182.
- WENZL (H.) - 1964 - Die Welkekrankheiten der Kartoffel.
Pflanzensch. Ber., 31, pp. 161-178.

- ⁺ WICKENS (G. M.) - 1937 - Report of the Division of Plant Pathology for the year ending 31 st. December 1936.
Rhod. Agric. J., XXXIV, 9, pp. 689-696.
- WILHELM (St.) - 1956 - A sand culture technique for the isolation of fungi associated with roots.
Phytopathology, 46, 5, pp. 293-294.
- ⁺ WILLIAMS (P. H.) - 1929 - Fungi occuring in Tomato roots.
Fourtheen ann. Rept. Cheshunt Exp. Sta., Hertfordshire, 1928, pp. 42-45.
- WILSON (J. D.) et RUNNELS (H. A.) - 1949 - Losses from Tomato fruit can be reduced.
Food Packer, 30, pp. 44-46.
- WILSON (J. D.) et RUNNELS (H. A.) - 1949 - Tomato anthracnose comparative susceptibility of varieties and their reponse to spraying.
Ohio Agr. Exp. Sta. Reseorch. Bull., 685/
- WOLLENWEBER (H. W.) et HOCHAPFEL (H.) - 1949 - Beiträge zur Kenntnis parasitärer und saprophytischer Pilze.
Z. Parasitenkunde, 14, pp. 216-225.
- WOSTMAN (E.) - 1955 - Beobachtungen über Pflanzkartoffelschädigungen 1954-1955.
Gesunde Pflanzen 7, pp. 157-160.
- YOUNKING (S. G.) et DIMOCK (A. W.) - 1944 - Foliage infection by Colletotrichum phomoides.
Phytopathology, 34, pp. 976-977.
- ZINZADZE (Ch.) - 1932 - Nutrition artificielle des plantes cultivées.
Annales Agronomiques, pp. 809-853.

Vu et approuvé.

Nancy, le octobre 1965

Le Doyen : AUBRY

Vu et permis d'imprimer

Nancy, le octobre 1965

Le Recteur de l'Académie,

Président du Conseil de l'Université

P. IMBS

